



**O efeito da posição topográfica no
desenvolvimento, produtividade e qualidade
em diferentes castas na vinha**

Gonçalo Filipe dos Santos Victorino

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em:

Engenharia Agronómica

Orientador: Doutor Ricardo Nuno Fonseca Garcia Pereira Braga

Orientador: Doutor Carlos Manuel Antunes Lopes

Júri:

Presidente: Doutora Cristina Maria Moniz Simões Oliveira, Professora Associada
Agregada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de
Lisboa

Vogais: Doutor Pedro Jorge Cravo Aguiar Pinto, Professor Catedrático do Instituto
Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa
Doutor Ricardo Nuno Fonseca Garcia Pereira Braga, Professor Auxiliar do
Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Agradecimentos

Quero agradecer a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a elaboração desta dissertação assim como para o meu percurso académico no Instituto Superior de Agronomia, em particular:

Ao professor Ricardo Braga pelo seu enorme contributo na realização deste trabalho assim como na minha formação académica e desenvolvimento pessoal.

Ao professor Carlos Lopes pelos ensinamentos no âmbito da Viticultura, disponibilidade e aconselhamento na revisão deste trabalho.

A toda a secção de Agricultura pelo acolhimento e ajuda prestada.

Ao professor Rui Marçal pela disponibilidade e apoio no levantamento do declive da vinha da Meia Encosta.

Ao professor Jorge Ricardo, Diana Faria e Daniel Duarte pela ajuda nas análises laboratoriais.

À professora Elsa Gonçalves e professor Antero Martins pelo esclarecimento de dúvidas relacionadas com a análise estatística e genética da videira.

Ao professor Nuno Cortez pela ajuda prestada na caracterização edáfica da vinha da Meia Encosta.

Ao João Graça pelo aconselhamento e apoio ao longo da recolha de dados.

Aos meus amigos e colegas, em especial Manuel Penteado, Simão Carvalho e Tiago Esteves por todo o apoio, aconselhamento e ajuda na recolha de dados e na escrita desta dissertação.

Aos meus amigos André Freire, Francisco Soares e Ion Craciun, pelo apoio prestado na recolha de dados.

À turma de Mestrado pela amizade e companheirismo.

Aos meus pais e à Marta Chaves por todo o apoio e confiança que depositaram em mim neste meu percurso académico.

Resumo

A presente dissertação tem como objetivo o estudo do efeito da posição topográfica no desenvolvimento, produtividade e qualidade em viticultura.

Para atingir este objetivo foi delineado um ensaio na vinha da Meia Encosta, no Instituto Superior de Agronomia, tendo como efeito a posição topográfica nas castas Alvarinho, Viosinho, Encruzado e Arinto. As quatro castas foram analisadas individualmente. Dentro de cada casta foram determinadas linhas que se encontravam sujeitas a diferentes variações de altitude. Em cada uma das linhas foram selecionados conjuntos de plantas com posicionamentos na encosta distintos de forma a ser possível a comparação entre elas: montante, meia encosta e a jusante da encosta.

Ao longo de todo o ciclo da planta foram recolhidos dados de campo manualmente, desde o início do desenvolvimento vegetativo até à vindima. Com estes dados foram calculados diversos índices e indicadores de forma a ser possível a caracterização das diferentes plantas em estudo.

Seguiu-se uma análise de estatística descritiva e uma análise de variância. Verificou-se que, nas condições em estudo, as castas Alvarinho e Arinto comportaram-se como as castas com maior variabilidade espacial, independentemente da posição topográfica, com coeficientes de variação elevados (>10%) para 17 e 18 das 26 variáveis analisadas, respetivamente, em que 4 e 7 dessas variáveis apresentaram coeficientes de variação muito elevados (>30%).

Ao se analisarem as diferentes estações ao longo da encosta verificou-se também que as castas Encruzado e Arinto se comportaram como as castas com maior sensibilidade à variação da posição topográfica. Observando-se 2 e 3 variáveis, respetivamente, com diferenças estatisticamente significativas entre estações e com uma tendência de variação que acompanhava a variação da altitude.

Com os resultados desta dissertação espera-se contribuir para que seja possível conhecer eventuais consequências da topografia quanto à magnitude e variabilidade espacial nas castas em estudo, quando sujeitas a condições ambientais semelhantes.

Palavras-Chave: Agricultura de Precisão, Viticultura de Precisão, Variabilidade Espacial, Posição Topográfica.

Abstract

This dissertation consists in the study of the effect of the topographic position in the development, productivity and quality in viticulture.

To fulfill this objective an assay was conducted at Meia Encosta vineyard, in Instituto Superior de Agronomia, where the varieties Alvarinho, Viosinho, Encruzado and Arinto were assessed according to their topographic positioning. The four varieties were evaluated individually. In each variety a line of vines that was subject to a specific altitude was selected. In each of these lines groups of six plants with distinct topography positions were selected in order to enable their comparison.

During the study data was collected manually, from the beginning of the vegetation development to the harvest. With this data several indices and other indicators were calculated in order to enable the characterization of the different plants in study.

A statistical analysis was followed in order to evaluate the magnitude of the variability in each variety and its relationship with the topographic position. Alvarinho and Arinto varieties were verified as the ones with most spatial variability, regardless of their position. With high variation coefficients ($>10\%$) for 17 and 18 of the 26 studied variables, respectively, where 4 and 7 of these variables showed very high variation coefficients ($>30\%$).

After analyzing the different stations throughout the slope it was also verified that Encruzado and Arinto varieties behaved as the ones with the highest sensibility to the topographic position. 2 and 3 variables were observed, respectively, with statistically significant differences between stations and a variation tendency that correlated with the altitude variation.

The results obtained in this dissertation are intended to be a contribution so that in a near future it can be possible to predict possible consequences of the topographic position in the spatial variability of the varieties studied, when subject to similar environmental conditions.

Key words: Precision Agriculture, Precision Viticulture, Spatial Variability, Topographic position.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Índice de Figuras.....	vi
Índice de Quadros	viii
Acrónimos	ix
1. Introdução	1
1.2. Objetivos.....	3
2. Revisão Bibliográfica.....	4
2.1. A importância da viticultura em Portugal	4
2.2. A importância da viticultura no mundo	6
2.3. Viticultura de precisão	9
2.3.1. Como é praticada a viticultura de precisão?	10
2.3.2. A variabilidade espacial e suas causas.....	12
2.3.3. Adoção da viticultura de precisão em Portugal e no mundo	12
2.4. Caracterização topográfica	13
2.4.1. O efeito topográfico	15
2.5. O efeito varietal.....	17
3. Materiais e Métodos	18
3.1. Localização e caracterização do ensaio.....	18
3.2. Operações culturais.....	20
3.3. Monitorização da água no solo	20
3.4. Caracterização climática.....	24
3.4.1. Campanha 2015.....	24
3.5. Caracterização edáfica	27
3.6. Delineamento experimental e determinações efetuadas	28
3.6.1. Índices e Indicadores	36
4. Resultados e Discussão.....	41
4.1 Declive e posição topográfica	41

4.2. Monitorização da rega	42
4.3. A magnitude da variabilidade e o efeito topográfico	43
4.3.1. Alvarinho.....	43
4.3.2. Viosinho	49
4.3.3. Encruzado	52
4.3.4. Arinto	56
5. Conclusões.....	62
Bibliografia.....	65
Anexo I.....	69
Anexo II.....	71
Anexo III.....	75
Anexo IV	80
Anexo V	83
Anexo VI	87

Índice de Figuras

Figura 1 – Curvatura de perfil: curvatura negativa, positiva e nula.	14
Figura 2 - Curvatura de plano: curvatura positiva, negativa e nula.	14
Figura 3 - Vinha da Meia Encosta, escala aprox. 1:4250 - Imagem de satélite.	18
Figura 4 - Esquema das castas plantadas na Vinha da Meia Encosta, com realce para as castas em estudo.	19
Figura 5 - Variação da capacidade de campo e do coeficiente de emurchecimento com a classe textural do solo.	22
Figura 6 – Variação do volume da água no solo de abril 2015 a julho 2015 (CC corresponde à capacidade de campo, LI RFU corresponde a limite inferior da reserva facilmente utilizada).	23
Figura 7 – Variação do volume de água no solo de meados de agosto até finais de agosto (CC corresponde à capacidade de campo, LI RFU corresponde a limite Inferior da Reserva de água Facilmente Utilizada).	23
Figura 8 - Desvio da temperatura média e precipitação. Primavera 2015, Portugal Continental	25
Figura 9 - Desvio da temperatura média e precipitação. Verão 2015, Portugal Continental	25
Figura 10 - Diferencial entre Temperatura Média do ano 2015 (a) e a Temperatura Média de 1981-2010 (b), em °C, para Lisboa.	26
Figura 11 – Diferencial entre Precipitação mensal do ano 2015 (a) e Precipitação mensal média de 1981-2010 (b), em mm, para Lisboa.	27
Figura 12 – Marca de início da estação em estudo.	29
Figura 13 – Localização das linhas e estações na vinha da Meia Encosta. Imagem de satélite.	30
Figura 14 – Localização das diferentes estações consoante a sua posição topográfica. Imagem de satélite.	30
Figura 15 - Talão (Encruzado 24-03-2015) – 2 olhos deixados à poda.	31
Figura 16 - Videira com 6 Talões (Encruzado 31-03-2015).	31
Figura 17 - Altura do tronco (Arinto 30-04-2015).	32
Figura 18 - Levantamento do Declive, método Geométrico.	36
Figura 19 – Esquema para cálculo do Perímetro Exposto, Monoplano Vertical Ascendente.	38
Figura 20 – Média e desvio padrão da altura do tronco ao longo da linha, na casta Alvarinho.	45
Figura 21 - Média e desvio padrão da superfície Foliar Exposta (ao Pintor) ao longo da linha, casta Alvarinho.	46
Figura 22 - Média e desvio padrão do número de cachos ao longo da linha, casta Alvarinho.	47
Figura 23 - Média e desvio padrão do peso por cacho ao longo da linha, casta Alvarinho.	48

Figura 24 - Média e desvio padrão da produtividade obtida ao longo da linha, casta Alvarinho.	49
Figura 25 - Média e desvio padrão da altura do tronco ao longo da linha, casta Viosinho.	51
Figura 26 - Média e desvio padrão da superfície foliar exposta (à floração) ao longo da linha, casta Viosinho.	52
Figura 27 - Média e desvio padrão da área foliar (pré-floração) ao longo da linha, casta Encruzado.	54
Figura 28 - Média e desvio padrão da superfície foliar exposta (à floração) ao longo da linha, casta Encruzado.	55
Figura 29 - Média e desvio padrão da superfície foliar exposta (ao Pintor) ao longo da linha, casta Encruzado.	55
Figura 30 - Média e desvio padrão do número de talões por planta ao longo da linha, casta Arinto.	58
Figura 31 - Média e desvio padrão da altura do tronco ao longo da linha, casta Arinto.	59
Figura 32 - Média e desvio padrão da percentagem de abrolhamento ao longo da linha, casta Arinto.	60
Figura 33 - Média e desvio padrão da percentagem de ladrões ao longo da linha, casta Arinto.	61
Figura 34 – Curvas de maturação para a casta Alvarinho para cada posicionamento topográfico: Volume de mosto (ml), °Brix, pH e acidez total (g/L de ácido tartárico).	83
Figura 35 - Curvas de maturação para a casta Viosinho para cada posicionamento topográfico: Volume de mosto (ml), °Brix, pH e acidez total (g/L de ácido tartárico).	84
Figura 36 - Curvas de maturação para a casta Encruzado para cada posicionamento topográfico: Volume de mosto (ml), °Brix, pH e acidez total (g/L de ácido tartárico).	85
Figura 37 - Curvas de maturação para a casta Arinto para cada posicionamento topográfico: Volume de mosto (ml), °Brix, pH e acidez total (g/L de ácido tartárico).	86

Índice de Quadros

Quadro 1 - Área de vinha (ha) e produção total de vinho (hl) por região vitivinícola no ano 2014.	4
Quadro 2 - Exportações nacionais de vinho em volume.	5
Quadro 3 - Exportações nacionais de Vinho em valor.	5
Quadro 4 - Consumo mundial de vinho por país (em Mhl).	6
Quadro 5 - Evolução da área de vinha no mundo (kha).	7
Quadro 6 - Produção de vinho na Europa (em 1000hl).	8
Quadro 7 - Produção de vinho no mundo (em Mhl).	8
Quadro 8 - Dados analíticos do perfil de solo.	28
Quadro 9 – Escala de BBCH completa.	34
Quadro 10 - Declive de cada estação por casta.	41
Quadro 11 – Comprimento e desnível total das linhas em estudo por casta.	41
Quadro 12 - Medições de potencial hídrico de base nas diferentes castas, por data.	42
Quadro 13 - Valores médios de débito de rega, por estação.	43
Quadro 14 - Operações culturais na vinha da Meia Encosta, 2015.	69
Quadro 15 - Estatística descritiva dos dados recolhidos no campo para a casta Alvarinho.	71
Quadro 16 - Estatística descritiva dos dados recolhidos no campo para a casta Viosinho.	72
Quadro 17 - Estatística descritiva dos dados recolhidos no campo para a casta Encruzado.	73
Quadro 18 - Estatística descritiva dos dados recolhidos no campo para a casta Arinto.	74
Quadro 19 - Quadro resumo da ANOVA - Diferenças significativas entre estações quanto aos dados obtidos em campo.	75
Quadro 20 - Quadro resumo da ANOVA - Diferenças significativas entre estações quanto aos dados obtidos em campo.	76
Quadro 21 - Quadro resumo da ANOVA - Diferenças significativas entre estações quanto aos dados obtidos em campo.	77
Quadro 22 - Quadro resumo da ANOVA – Diferenças significativas entre estações quanto à Fenologia (BBCH).	78
Quadro 23 - Quadro resumo da ANOVA – Diferenças significativas entre estações quanto à Fenologia (BBCH).	79
Quadro 24 - Valores recolhidos em campo do débito dos gotejadores (l/h).	80
Quadro 25 - Análises de maturação para as diferentes estações das diferentes castas em quatro dias com fases de maturação distintas.	81

Acrónimos

AP - Agricultura de Precisão.

VP - Viticultura de Precisão.

VRT - *Variable Rate Technology*.

VRI - *Variable Rate Irrigation*.

BBCH – Escala fenológica desenvolvida para várias culturas por Bayer, BASF, Ciba-Geigy e Hoechst.

SFE - Superfície Foliar Exposta.

PE - Perímetro Exposto.

AF - Área Foliar.

AFE – Área Foliar Exposta.

ANOVA - Análise de Variância.

OIV - Organização Internacional da Vinha e do Vinho.

IVV - Instituto da Vinha e do Vinho.

INE - Instituto Nacional de Estatística.

IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfera.

FAO - *Food and Agriculture Organization*.

DOP - Denominação de Origem Protegida.

IGP - Indicação Geográfica Protegida.

CC - Capacidade de Campo.

CE - Coeficiente de Emurechecimento.

LI RFU - Limite Inferior da RFU.

RFU – Reserva facilmente utilizável.

Ψ_b - Potencial Hídrico de Base

1. Introdução

A cultura da vinha foi desde sempre considerada como um importante componente económico nos diversos povos que habitaram a região do Mediterrâneo. Hoje esta importância vai muito para além das fronteiras desta região, sendo cada vez mais cultivada, com grande sucesso, em locais de onde não é originária, como é o caso dos EUA, Austrália, Chile, entre outros (OIV, 2015c).

Tucídides, um historiador grego, escreveu, no final do séc. V que “O povo do Mediterrâneo começou a emergir do barbarismo quando aprendeu a cultivar o olival e a vinha”. Referindo-se a períodos entre o ano 3000 A.C. e 2000 A.C., altura em que a viticultura começou a emergir e a videira a ser domesticada. Foi também por esta altura que a cultura da vinha deixou de ter apenas objetivos de consumo local e passou a ser um componente importante de comércio e economia internacional (Johnson, 1989).

É a partir do momento em que a vinha passa a ter uma importância económica relevante que a sua gestão e o seu cultivo começam a evoluir, tanto em dimensão como de um ponto de vista tecnológico. Hoje representa cerca de 6% da SAU de Portugal e ocupa cerca de 7 573 000 hectares em todo o mundo (INE, 2015 e OIV, 2014).

Com o aumento do conhecimento na vinha, nomeadamente dos fatores que influenciam o crescimento e produtividade das videiras, foram surgindo novas abordagens de forma a tentar contornar os problemas com que os viticultores se deparavam.

Um desses problemas, fruto da aleatoriedade da Natureza é a variabilidade espacial e temporal. Esta variabilidade é considerada, na maioria das vezes, inevitável e foi durante muito tempo tida em conta como incontornável. Deste modo a gestão vitícola, na maioria dos casos, partia do princípio que nada poderia ser feito quanto a essa variabilidade sendo a vinha gerida de forma homogénea (Bramley e Hamilton 2004). Tal acontecia noutras culturas para além da vinha e no início dos anos 90 do séc. XX surgem, na Austrália, os primeiros indícios de desenvolvimento da Agricultura de Precisão (AP). Começou por se especializar em culturas arvenses devido ao facto de estas estarem associadas a áreas extensas, sendo que em áreas extensas a variabilidade espacial é superior e, portanto, existe uma maior oportunidade para tirar partido de tecnologias de taxa variável (Braga 2009). Contudo, nos últimos anos as técnicas de AP têm sido transportadas para diversas culturas, nomeadamente culturas hortícolas ou perenes como a vinha e o olival.

Para além da nova capacidade de abordar a variabilidade da vinha diretamente, nos últimos 15 anos surgiu uma crescente consciencialização ambiental social. A sustentabilidade ambiental é hoje um tema muito discutido e que deve ser tido em conta em qualquer indústria, especialmente uma que trabalha em contacto direto com o ambiente, como é o caso da Agricultura. A partir da Revolução Verde dos anos 60 e 70 do século passado, tornou-se comum a utilização em excesso de fatores de produção, nomeadamente adubos e pesticidas, potencialmente prejudiciais ao ambiente. Hoje conhecem-se as consequências de tais abordagens e cada vez mais existe, tanto na parte do consumidor como em alguns casos no produtor, uma consciencialização de que é essencial a produção agrícola, mas que esta pode ser feita de tal forma que não ponha em causa a fertilidade das terras do futuro, as águas dos lençóis freáticos, ou a persistência de ecossistemas naturais, essenciais para a existência de biodiversidade e eventual sobrevivência do ser humano.

Ao abordar parcela a parcela e não toda a área de cultivo como um só, com a AP é possível adequar a aplicação de fatores de produção às necessidades das plantas, tendo em conta a sua variabilidade espacial. Desta forma, diminuindo o desperdício destes fatores de produção e consequentemente o impacto ambiental (Bramley, 2009).

Tendo em conta que a AP é descrita como um processo contínuo e cíclico de colheita de dados, seguida de uma interpretação e avaliação dessa informação e a consequente implementação de decisões de gestão (Cook e Bramley, 1998), na Viticultura de Precisão (VP) esta abordagem é facilitada. Por se tratar de uma cultura perene, a avaliação da variabilidade espacial é mais consistente, sendo possível avaliar a mesma planta ao longo de vários anos. Na VP é também possível uma gestão ao longo do ciclo que vai para além da aplicação de fatores de produção de forma diferenciada. À viticultura estão associadas diversas operações em verde, isto é, operações feitas ao longo do ciclo de modo a manipular as plantas a terem produções que vão de acordo aos objetivos finais do vinho. Estas podem também ser feitas de forma diferenciada, contribuindo para a homogeneidade do produto – uma característica muito procurada em enologia –, ou em casos em que é incontornável a heterogeneidade, é possível conhecer onde se encontra essa variação e praticar uma vindima segmentada, separando produções com características significativamente diferentes. Este facto é abordado por Stajniko *et al.* (2010), onde é provado que é possível um melhoramento da qualidade das uvas utilizando mapas de altimetria, isto é, onde a colheita é diferenciada consoante zonas com diferentes altitudes.

Por ser uma cultura onde a qualidade é muito bem remunerada e por se tratar de uma cultura muito competitiva na realidade nacional é de prever uma crescente adoção da VP, desta forma havendo possibilidade de redução de custos e de impacto ambiental (Bramley, 2005b), ao mesmo

tempo que existe um possível aumento da qualidade do produto, conferindo-lhe valor acrescentado e superior remuneração.

O desenvolvimento do conhecimento nesta área, nomeadamente através do estudo dos fatores por detrás da variabilidade espacial e temporal, é de extrema importância não só para uma gestão diferenciada concreta de um determinado caso, como para a eventual evolução das técnicas utilizadas em AP. Este trabalho pretende contribuir para o aumento do conhecimento sobre estes fatores, em particular os que influenciam a variabilidade espacial na vinha, abordando a posição topográfica e o impacto que esta pode ter no desenvolvimento, produtividade e qualidade na vinha.

1.1. Objetivos

Os objetivos desta dissertação são:

- Avaliar a magnitude da variabilidade espacial no desenvolvimento, produtividade e qualidade nas castas Alvarinho, Viosinho, Encruzado e Arinto no caso de estudo da vinha da Meia Encosta (ISA);
- Avaliar em cada casta o efeito da posição topográfica nas variáveis em estudo.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. A importância da viticultura em Portugal

Portugal é um país que desde sempre teve a vitivinicultura como parte da sua cultura e tradição. Desde as grandes exportações de Vinho do Porto para o Reino Unido em meados do séc. XVII (muitas dessas rotas ainda hoje se encontram em vigor) que Portugal se tornou uma referência mundial no setor vinícola. Hoje para além do Vinho do Porto Portugal oferece uma vasta gama de vinhos de grande qualidade que visam posicionar o país como um dos principais produtores de vinho na Europa e no Mundo.

2.1.1. Área e produção

Dentro do próprio país existem diferentes regiões onde a cultura da vinha é significativa, umas que se destacam mais que outras, todas elas contribuindo para uma área de cerca de 218 677 hectares de vinha, em 2014 (Quadro 1).

Quadro 1 - Área de vinha (ha) e produção total de vinho (hl) por região vitivinícola no ano 2014.

Região Vitivinícola 2014	Área (ha)	%	Produção (hl)	%
Minho	27.432	12,5%	691.842	11%
Trás-os-Montes	23.303	10,7%	106.076	2%
Douro e Porto	43.611	20%	1.404.059	23%
Beiras	52.670	24,1%	734.498	12%
Tejo	15.653	7,2%	577.231	9%
Lisboa	22.425	10,3%	893.637	14%
Península de Setúbal	8.622	3,9%	501.079	8%
Alentejo	23.188	10,6%	1.221.867	20%
Algarve	1.773	0,8%	10.679	0,2%
Total	218.677	100%	6.194.774	100%

Adaptado de IVV, 2015.

Estes 218.677 hectares representam cerca de 6% da SAU de Portugal (3 641 592 hectares em 2013 – fonte: INE), reforçando a importância desta cultura na agricultura do país. Dentro desta área de vinha, destacam-se as regiões das Beiras (que incluem a Beira Atlântica, Terras do Dão, Terras da Beira e Terras de Cister), do Douro e Porto e do Alentejo com 24,1%, 20% e 10,6% da área nacional de vinha, respetivamente.

Quanto à produção destacam-se as regiões do Douro e Porto, Alentejo e Lisboa, representando 23%, 20% e 14%, respetivamente. Apontam-se para as baixas produtividades na região das Beiras, sendo a principal região em termos de área, no entanto, representando apenas 12% da produção vinícola nacional. E, por outro lado, as elevadas produtividades na região do Alentejo que apresenta

uma situação contrária, com 10,6% da área de vinha nacional e com 20% da produção vitícola nacional.

2.1.2. Exportações

Apesar do elevado consumo de vinho em Portugal, cerca de 40% da produção vitícola nacional é destinada à exportação (IVV, 2014).

Quadro 2 - Exportações nacionais de vinho em volume.

Produto	2010		2014	
	hl	%	hl	%
Vinho com DOP	417001	15,6%	501602	17,6%
Vinho com IGP	336822	12,6%	394538	13,6%
Vinho de Mesa	1182885	44,4%	1204974	42,2%
Vinho Licoroso DOP – Porto	663100	24,9%	682795	23,9%
Vinho Licoroso DOP - Madeira	23165	0,9%	23395	0,8%
Outros Vinhos Licorosos	13942	0,5%	14582	0,5%
Vinhos Espumantes e Espumosos	15546	0,6%	18087	0,6%
Outros Vinhos/Mostos	13993	0,5%	12617	0,4%
Total Geral	2666454	100,0%	2852590	100,0%

Adaptado de IVV, 2015.

Como principais produtos para exportação destacam-se o Vinho de Mesa e o Vinho do Porto, representando 42,2% e 23,9% das exportações totais em 2014, respetivamente (Quadro 2).

Quadro 3 - Exportações nacionais de Vinho em valor.

Produto	2010		2014	
	1 000€	%	1 000€	%
Vinho com DOP	112079	18,2%	147830	20,3%
Vinho com IGP	71613	11,7%	100762	13,8%
Vinho de Mesa	125846	20,5%	132104	18,1%
Vinho Licoroso DOP – Porto	280999	45,7%	314310	43,1%
Vinho Licoroso DOP - Madeira	11488	1,9%	13852	1,9%
Outros Vinhos Licorosos	3293	0,5%	4395	0,6%
Vinhos Espumantes e Espumosos	7746	1,3%	12878	1,8%
Outros Vinhos/Mostos	1317	0,2%	2633	0,4%
Total Geral	614381	100,0%	719896	100,0%

Adaptado de IVV, 2015.

Quando analisadas as exportações em valores monetários é facilmente observada a valorização que têm os vinhos com DOP e IGP, em especial o Vinho do Porto, em comparação ao Vinho de Mesa.

O último representa a maior fatia em volume (42,2%) mas decresce para 18,1% quando analisado em valor (Quadro 3).

Tendo em conta estes dados, é indiscutível a importância da vitivinicultura para o país não só a nível cultural mas também a nível económico, é um setor com um mercado de exportações muito benéfico para o país e com indícios de continuar a aumentar (cerca de 100 milhões de euros a mais de 2010 a 2014). Qualquer avanço tecnológico que privilegie o desenvolvimento deste setor, nomeadamente estudos científicos, é extremamente benéfico, tendo em conta o impacto que poderá ter num mercado tão competitivo e dinâmico.

2.2. A importância da viticultura no mundo

Saindo da perspetiva nacional para uma perspetiva europeia e mundial, observa-se a mesma relevância deste setor em muitos países, alguns dos quais contribuindo com cerca de 30% da produção de vinho Europeia em 2013, como é o caso de Itália e de Espanha (Quadro 6).

2.2.1. Consumo

Analisando o consumo de vinho no Mundo (Quadro 4), este manteve-se igual em volume comparativamente a 2010, havendo um aumento de consumo especialmente nos EUA (de cerca de 3 Mhl) acompanhado por uma redução de consumo em Itália (de cerca de 5 Mhl). Destacam-se a nível europeu a França, a Alemanha e a Itália, representando 12%, 8% e 8% do consumo mundial em 2014, respetivamente. Fora da Europa destacam-se os EUA (o país maior consumidor de vinho mundialmente), a China e a Argentina, representando 13%, 7% e 4% do consumo mundial, respetivamente.

Quadro 4 - Consumo mundial de vinho por país (em Mhl).

	2010	2014 (previsão)	Aumento (%)
EUA	28	31	13%
França	29	28	12%
Itália	25	20	8%
Alemanha	20	20	8%
China	16	16	7%
Reino Unido	13	13	5%
Rússia	12	10	4%
Argentina	10	10	4%
Espanha	11	10	4%
Austrália	5	5	2%
Canadá	5	5	2%
Portugal	5	4	2%
África do Sul	3	4	2%
Total Mundial	240	240	100%

Adaptado de OIV, 2015c.

2.2.2. Área

Quanto à área de vinha, esta tem vindo a decrescer especialmente devido a uma redução de área nos países europeus (Quadro 6). No entanto, países como a China têm contribuindo para o aumento de área de vinha no mundo, neste caso um aumento de cerca de 172 000 hectares entre 2010 e 2013 (Quadro 5).

Quadro 5 - Evolução da área de vinha no mundo (kha).

1000 ha	2010	2011	2012	2013	2014 (previsão)	Variação 2010/2014
Espanha	1082	1032	1033	1037	1038	-4%
China	588	633	709	760	799	36%
França	804	796	792	793	792	-1%
Itália	739	720	713	705	690	-7%
Turquia	514	508	497	504	502	-2%
EUA	404	413	412	424	425	5%
Argentina	218	219	222	224	228	5%
Portugal	236	236	233	229	224	-5%
Chile	204	206	206	208	211	3%
Roménia	191	191	192	192	192	1%
Austrália	171	170	162	157	154	-10%
África do Sul	132	133	135	133	132	0%
Grécia	112	110	110	110	110	-2%
Alemanha	102	102	102	102	102	0%
Brasil	92	90	91	90	89	-3%
Outros	1937	1938	1904	1896	1885	-3%
Total	7526	7497	7513	7564	7573	1%

Adaptado de OIV, 2015c.

2.2.3. Produção

A diminuição da área a nível europeu não implica propriamente uma diminuição na produção. Em alguns países observa-se até o contrário.

No caso de Espanha e de Itália, apesar da diminuição de 4% e 7% em área de vinha, respetivamente (Quadro 5), a produção aumentou 34% para Espanha e 7% para Itália (Quadro 6), indicando um desenvolvimento tecnológico muito significativo.

Na Europa destaca-se a Itália, a Espanha e a França como principais produtores de vinho, representando cerca de 30%, 29% e 23% da produção Europeia, respetivamente. Este facto faz com que, os três países representem cerca de 82% de toda a produção Europeia.

Quadro 6 - Produção de vinho na Europa (em 1000hl).

	2009/10 (1000 hl)	2013/14 (1000 hl)	2014 (%)	Variação 2010/2014
Itália	50665	54029	30%	7%
Espanha	39232	52460	29%	34%
França	46743	41491	23%	-11%
Alemanha	9228	8409	5%	-9%
Portugal	5894	6231	3%	6%
Roménia	6703	5242	3%	-22%
Grécia	3079	3343	2%	9%
Hungria	3198	2666	1%	-17%
Áustria	2352	2392	1%	2%
Bulgária	1246	1755	1%	41%
Croácia	1424	1248	1%	-12%
Eslovénia	754	770	0%	2%
Outros	1259	1143	1%	-9%
Total EU	171777	181179	100%	5%

Adaptado de IVV, 2015.

No mundo destacam-se a Itália, a Espanha, a França e os EUA como principais produtores de vinho, representando, em 2014, 19%, 18%, 14% e 8% da produção mundial, respetivamente (Quadro 7). É relevante mencionar também o crescimento de produção de 2009/10 para 2013/14 de 6%, evidenciando a importância crescente deste setor a nível mundial.

Quadro 7 - Produção de vinho no mundo (em Mhl).

	2009/10 (Mhl)	2013/14 (Mhl)	2014 (%)	Variação 2010/2014
Itália	50,6	54,0	19%	7%
Espanha	39,2	52,4	18%	34%
França	46,7	41,4	14%	-11%
EUA	21,9	23,5	8%	7%
Argentina	12,1	14,9	5%	23%
Chile	10,1	12,8	4%	27%
Austrália	11,7	12,3	4%	4%
China	12,8	11,7	4%	-8%
África do Sul	9,9	10,9	4%	10%
Alemanha	9,2	8,4	3%	-9%
Portugal	5,8	6,2	2%	6%
Outros	41,6	38,5	13%	-7%
Total Mundial	272,2	287,6	100%	6%

Adaptado de IVV, 2015.

São casos como os de Espanha e Itália, referenciados anteriormente, que evidenciam a importância do avanço tecnológico no setor vinícola. Com acesso a mais conhecimento e tecnologia os viticultores têm a possibilidade de obterem maiores produtividades em menor área, muitas das

vezes obtendo também melhores características qualitativas nas suas uvas. A viticultura de precisão – assim como qualquer avanço de conhecimento sobre esta cultura – trabalha neste sentido, procurando otimizar produtividades sem por em causa a qualidade ou a integridade dos ecossistemas alheios, antes pelo contrário, muitas das vezes reforçando ambos os casos.

2.3. Viticultura de precisão

A variabilidade espacial e temporal são conceitos que estão presentes na viticultura desde que esta existe. Uma mesma videira não produz uma quantidade de uvas igual de ano para ano nem essas uvas têm as mesmas características qualitativas. Tal como as videiras de uma determinada parcela vão ter produções diferentes de uma outra parcela. Segundo Bramley (2004), a variabilidade da produtividade pode variar cerca de 10 vezes mais em regiões diferentes da mesma vinha (*i.e.*, de 2 t/ha para 20 t/ha). Esta noção sempre esteve presente na mente de qualquer viticultor, sendo assumida como uma realidade incontornável e como tal, na maioria dos casos, ignorada. Como consequência as vinhas são tradicionalmente geridas como se esta realidade não existisse, assumindo-se que a produção de uma vinha é homogénea.

O conceito de Agricultura de Precisão (AP), mais propriamente Viticultura de Precisão (VP), veio formalizar uma gestão que na tomada de decisão tem em conta a variabilidade existente. Procura para além de conhecer a causa dessa variabilidade, atuar consoante a mesma com objetivos de acordo com os interesses da exploração. Tais objetivos prendem-se com a necessidade de garantir uma maior estabilidade interanual da produção, garantir uma maior rastreabilidade do processo produtivo, a utilização mais eficiente dos recursos face aos objetivos de produção e a identificação de zonas de produção de uvas com potencial para vinhos topo de gama. (Braga 2009).

Valores de produtividade são importantes em viticultura, no entanto, quando é analisado o valor económico de um vinho, é a qualidade que tem maior influência. Sendo esta uma característica muito bem remunerada neste setor, é muito provável que um viticultor procure que os seus vinhos tenham boas características qualitativas. No entanto, a qualidade é muito variável e dependente de inúmeros fatores. Em vitivinicultura, segundo Trought e Bramley (2011) o potencial qualitativo de um vinho é estabelecido na vinha e transportado para a adega. Ou seja, a composição inicial da uva – a matéria-prima – é uma das características mais importantes na determinação dos sabores e aromas característicos de um vinho. De forma a se conhecerem as características das uvas anteriormente à vindima, durante a maturação, estas são analisadas tendo em conta parâmetros como o Grau Brix, a Acidez Total, o pH, entre outros. Convencionalmente, estas análises são feitas tendo em conta médias resultantes de uma amostra aleatória. Desta forma é possível prever a época ideal de

vindima, consoante os objetivos do vinho. Contudo, como mencionado anteriormente, as vinhas não são homogêneas, tal como não o são as características organoléticas das suas uvas. Tendo em conta este pressuposto é de esperar que num mesmo lote, com dimensões suficientemente grandes, sejam facilmente encontradas uvas com valores de maturação exageradamente avançados em simultâneo com uvas com valores muito precoces. Consequentemente e tendo em conta que são tiradas conclusões a partir da média destes valores irão ser transmitidos destas uvas, aromas indesejáveis ao mosto e consequentemente ao vinho (Trought, 2011).

Caso sejam conhecidos detalhadamente mapas de qualidade da uva, poderá ser possível a prática de uma vindima segmentada. Isto é, haver uma separação espacial de parcelas que apresentem uvas de determinadas características, cuja vindima conjunta tem interesse, e nunca haver colheita de uvas que não tenham atingido o grau de maturação pretendido. Desta forma evitam-se as consequências negativas de uma vindima coletiva descritas anteriormente, no entanto, para que seja possível é necessário haver uma análise também ela segmentada, ao longo da maturação.

Em última análise, a VP, tal como a AP, é descrita como um processo contínuo e cíclico de colheita de dados, seguida de uma interpretação e avaliação dessa informação e a consequente implementação de decisões de gestão (Cook e Bramley, 1998).

Estudos recentes que utilizam técnicas de AP têm providenciado informação que contribuem para a compreensão da variabilidade nas vinhas (Bramley e Hamilton 2004, 2007, Proffitt *et al.* 2006, Tisseyre *et al.* 2007). Desde então este conhecimento tem sido utilizado por viticultores e/ou enólogos para, ou gerir diferenciadamente partes da vinha ou para praticarem colheitas seletivas na mesma (Bramley e Hamilton 2005 & 2007; Trought *et al.*, 2008; Bramley, 2010).

2.3.1. Como é praticada a viticultura de precisão?

Hoje em dia, a análise e levantamento de informação sobre as diferentes parcelas de uma exploração, assim como a aplicação de fatores de produção de forma a usufruir dessa variabilidade é facilitada devido à tecnologia existente, são exemplos o grande desenvolvimento dos sistemas de GPS, imagens aéreas, VRT (*Variable Rate Technology*) inserida em pulverizadores ou mesmo *pivots* de rega (VRI – *Variable Rate Irrigation*), monitorização de rega via Sondas Capacitivas de Volume de Água no Solo, ou mesmo mapas de colheita onde são evidenciados pontos de diferentes produtividades. No entanto, Viticultura de Precisão, ou mesmo o seu conceito mais amplo de Agricultura de Precisão, não está necessariamente associado a uma necessidade *high-tech*. Qualquer decisão que tem em conta parcelas ou zonas com diferentes características pode ser considerada

como uma prática de precisão. A variabilidade pode ser caracterizada via índices de vegetação medidos manualmente ou mesmo simples contagens (*i.e.*, sarmentos, cachos). São exemplos destes levantamentos, indicadores como a Área Foliar, Índices de Fertilidade e de Abrolhamento, Superfície Foliar Exposta, SFE/kg de fruto, entre outros. Qualquer viticultor utiliza estes indicadores de modo a conhecer o estado da sua vinha numa determinada altura da campanha, o que esperar da mesma em termos de produção ou para tomar decisões de gestão em verde de modo a que a uva resultante vá de encontro aos objetivos da exploração. Estes indicadores são, no entanto, normalmente, levantados tendo em conta uma amostra ampla e aleatória de modo a caracterizar uma área de vinha, seja ela diferenciada pela casta, pelo sistema de condução ou pelo objetivo da sua produção. São obtidas médias destas zonas não havendo diferenciação dentro dela, diferenciação essa que poderá ser significativa o suficiente para que seja economicamente viável tomar-se decisões distintas dentro da mesma zona (Bramley, 2005b).

É de prever que a automatização da aplicação das decisões tomadas em VP seja dificultada, pois deixa de ser uniforme e é imprescindível um maior investimento nesta parte, seja este em mão de obra ou tempo despendido na aplicação de um fator de produção (por exemplo), ou em tecnologia que o faça de forma diferenciada, nomeadamente VRT. Posto isto, e como referido por Godwin *et al.* (2003) e Braga (2009), o sucesso económico da Agricultura de Precisão é tanto maior quanto maior for a magnitude da variabilidade seja esta por existirem valores muito distintos entre parcelas ou por se tratar de uma exploração de grandes dimensões onde não só é mais facilmente amortizado o investimento feito mas também onde haverá com certeza maior número de parcelas variáveis.

Uma das técnicas mais estudadas em VP e das que têm maior impacto no produto final é a colheita segmentada (Trought e Bramley 2011, Bramley e Hamilton 2004, Bramley 2005a). Como mencionada anteriormente, trata-se da diferenciação física e temporal da vindima, consoante parcelas que apresentam uvas de características pouco distintas. Deste modo são vindimadas em simultâneo uvas com qualidade e graus de maturação semelhantes ao contrário de uma vindima feita indiscriminadamente. Segundo Trought e Bramley (2011), esta segmentação da vindima deve ser gerida tendo também em conta de que a produção varia de ano para ano, isto é, não é apenas necessário segmentar parcelas da vinha consoante a variabilidade espacial, mas também acompanhar e segmentar o desenvolvimento fenológico da mesma, que varia todas as campanhas.

2.3.2. A variabilidade espacial e suas causas

A variabilidade existente pode ser temporal e/ou espacial, com consequências quantitativas e/ou qualitativas. Temporal e espacial pois, como mencionado anteriormente, pode variar no tempo ou no espaço (ou em ambos). São exemplos da variabilidade espacial propriedades físicas do solo e de variabilidade espacial e temporal em simultâneo, fatores como a disponibilidade hídrica no solo ou o aparecimento de pragas e doenças (Braga 2009).

Qualquer um dos tipos de variabilidade poderá ter consequências qualitativas ou quantitativas (ou ambas), no primeiro caso estando ligadas à produtividade propriamente dita e no segundo a fatores que influenciam a qualidade das uvas como o Brix, o pH, a Acidez Total ou a quantidade de antocianinas.

Existe, portanto, um forte interesse em se avaliarem os fatores que influenciam esta variabilidade e com esse conhecimento procurar prevenir potenciais consequências qualitativas e/ou quantitativas a partir de uma gestão diferenciada. Este trabalho visa contribuir nesse sentido, analisando o impacto da posição topográfica no desenvolvimento, produtividade e qualidade na vinha.

2.3.3. Adoção da viticultura de precisão em Portugal e no mundo

Segundo Braga (2009) a viticultura é um setor onde existe um grande investimento em fatores de produção, mecanização e *know how*, com o objetivo de produzir um produto de elevado valor acrescentado em que a qualidade é um fator diferenciador e muito valorizado. Na maioria das vezes os viticultores têm esta consciência e caso tenham possibilidade veem o investimento como uma oportunidade de diferenciação do seu produto, que facilmente é exposto ao exterior num mercado tão dinâmico como o do vinho.

Quando comparada a VP com o seu conceito mais lato (AP), a VP oferece algumas vantagens, nomeadamente pela cultura em si ser uma cultura perene. Esta característica por si só leva a que de ano para ano se possam manter registos, permitindo uma avaliação mais prolongada e consistente da variabilidade espacial da exploração.

O conceito de VP foi adotado inicialmente no final dos anos 90 na Austrália, onde as principais áreas de desenvolvimento foram a aplicação de deteção remota e a obtenção de mapas de produtividade e qualidade. Posteriormente o conceito evoluiu para os EUA e para França, seguidos pelo Chile, Grécia, Espanha e Portugal. Hoje, nestes países, já são habituais os serviços ligados à VP, nomeadamente o fornecimento de mapas de NDVI para suporte à segmentação da vinha.

2.4. Caracterização topográfica

A topografia é um termo abrangente que visa descrever o estudo detalhado da superfície terrestre. A variação da topografia apresenta-se como um dos principais fatores que contribuem para a alteração contínua da superfície terrestre (Florinsky, 2012), nomeadamente na formação ou erosão do solo. A variação de parâmetros topográficos como a altitude, o declive ou a orientação da exposição solar resulta em variações microclimáticas nesses determinados locais, que por sua vez irão ter consequências no crescimento vegetativo e na população de plantas existentes nesse local (Hamilton, 2013).

Segundo Moore *et al* (1991), existem dois grupos de atributos topográficos cujo conjunto caracteriza a posição topográfica de um determinado ponto, isto é, a posição topográfica de um local é definida pelo conjunto de atributos, primários e secundários, que a classificam. Os Atributos Primários são diretamente calculados através das características do próprio local. Fazem parte dos Atributos Topográficos primários a **Altitude**, o **Declive**, a **Curvatura** e a **Orientação** (Basso, 2005). Os Atributos Secundários envolvem combinações dos atributos anteriores, sendo representados em índices que descrevem e caracterizam a variabilidade espacial de diferentes processos que ocorrem na paisagem. Fazem parte dos Atributos Topográficos secundários o **Topographic Wetness Index**, o **Stream Power Indices**, **Índices de Radiação** e **Índices de Temperatura** (Gallant e Wilson, 2000).

2.4.1. Atributos topográficos primários

O **Declive** trata-se de um rácio que caracteriza uma subida ou uma descida numa determinada porção de terreno. Este é calculado através da divisão entre a variação da altitude entre um ponto A e um ponto B (ΔH_{AB}) e a distância entre esses mesmos pontos (d_{AB}): **Declive** = $\Delta H_{AB} / d_{AB}$.

Ao comprimento do declive (d_{AB}) está também associada a área a montante de um determinado ponto e o risco de erosão hídrica existente nesse ponto. O comprimento do declive afeta a quantidade e altura do escoamento que por sua vez afetam a sua turbulência e consequentemente o poder de erosão desse mesmo escoamento (Mccuen, 1998).

Em suma, ao declive estão principalmente associados processos de descolamento hídrico e, em caso de erosão, deslocamentos de solo. Estes têm consequências na variação da espessura de solo em diferentes pontos da encosta, assim como na variação de volume de água no solo, não só pelo seu escoamento para pontos de altitude inferior, mas também pelas diferentes capacidades de retenção de água de solos com diferentes espessuras.

Associado à variação contínua do declive está a **Curvatura** da encosta – a taxa de variação do declive ao longo de uma porção de terreno. Pode ser dividida em três grupos, consoante a sua orientação: **Curvatura de Perfil e Curvatura de Plano**. A Curvatura de Perfil é paralela à direção do maior declive (Figura 1). Esta pode ser negativa, indicando que o declive é cada vez mais inferior, originando uma superfície convexa. Uma curvatura positiva indica o contrário, isto é, uma taxa de variação do declive positiva, em que o declive é cada vez maior, originando uma superfície côncava. Uma curvatura nula indica que o declive não varia e a superfície em estudo é linear. A curvatura da encosta afeta a aceleração e desaceleração do escoamento hídrico, e por sua vez, o poder erosivo do mesmo (Kimberling *et al.*, 2011).

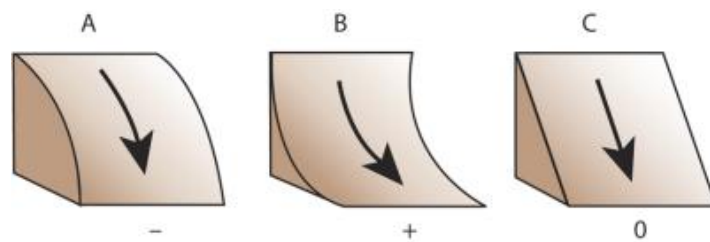


Figura 1 – Curvatura de perfil: curvatura negativa, positiva e nula.

(Fonte: Kimberling *et al.*, 2011)

A Curvatura de Plano é perpendicular à direção do maior declive (Figura 2). Uma Curvatura positiva indica que a superfície é convexa lateralmente. Um valor negativo indica que a superfície é côncava lateralmente. Um valor nulo indica que não existe curvatura, ou seja, a superfície é linear. A Curvatura influencia a convergência ou divergência do escoamento numa encosta, podendo aumentar ou diminuir o seu poder erosivo, concentrando-o num só local, o que pode originar sulcos ou mesmo ravinas, ou distribuindo-o ao longo da superfície (Zevenbergen e Thorne, 1987)

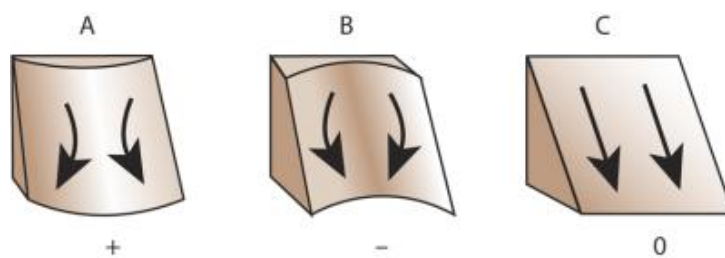


Figura 2 - Curvatura de plano: curvatura positiva, negativa e nula.

(Fonte: Kimberling *et al.*, 2011)

A **Altitude** de um ponto trata-se da distância vertical desse ponto a um ponto de referência, normalmente o nível médio da água do mar. Isto é, qualquer ponto acima ou abaixo do ponto de

referência apresenta uma distância vertical, positiva no primeiro caso e negativa no segundo (Brouwer *et al.*, 1985).

Se a pontos com a mesma altitude se fizer ligar uma linha imaginária, constroem-se **Curvas de Nível**. Normalmente representadas em mapas topográficos permitem caracterizar uma determinada variação no relevo facilitando a análise da variação da altitude numa porção de terreno, sendo utilizadas em diferentes escalas (Brouwer *et al.*, 1985).

Denomina-se **Orientação** à direção para a qual a encosta está disposta (Norte, Sul, Este, Oeste). A orientação tem influência no efeito e intensidade da radiação solar e na temperatura e humidade do ar. No Hemisfério Norte a incidência solar é predominante a Sul, isto é, uma encosta virada a Sul tem maior número de horas com radiação solar direta, resultando em menor humidade e temperaturas mais elevadas quando comparadas com as encostas a Norte. No Hemisfério Sul acontece o contrário.

2.4.2. Atributos topográficos secundários

O **Topographic Wetness Index** descreve a distribuição espacial e a dimensão de zonas de saturação hídrica no solo e conseqüente potencial geração de escoamento. Este índice é calculado em função do declive, do tipo de solo e da área da encosta (Gallant e Wilson, 2000).

Os **Stream Power Indices** descrevem o poder erosivo do escoamento hídrico numa encosta. Preveem a erosão específica de áreas de perfil convexo e côncavo (zonas de aceleração e de divergência do fluxo de água) e a deposição específica em áreas de perfil côncavo, a jusante (zonas de desaceleração do fluxo de água) (Gallant e Wilson, 2000).

Os **Índices de Radiação Incidente** estimam a radiação na encosta. Os diferentes índices variam entre radiação com comprimentos de onda curta e longa e a radiação incidente ou refletida, na encosta (Gallant e Wilson, 2000).

Os **Índices de Temperatura** procuram extrapolar valores de temperaturas máximas e mínimas do ar e da superfície terrestre obtidos numa estação climática nas proximidades para outras partes da paisagem (Gallant e Wilson, 2000).

2.4.1. O efeito topográfico

Em Portugal assim como em muitos outros locais do mundo é muito comum encontrarem-se vinhas em regiões de topografia irregular, muitas delas sujeitas a declives elevados e elevadas variações de altitude. É de esperar que, em muitos destes casos, a variabilidade espacial resultante seja significativa. Bramley (2009), em conjunto com outros estudos realizados pela CSIRO Sustainable

Ecosystems, sugere que a variação no desempenho da vinha é principalmente impulsionada pela variação do terreno subjacente à vinha (tipo de solo e topografia). E que padrões de variação tendem a ser estáveis no tempo, de modo que uma gestão orientada com base na identificação de zonas de desempenho característico é mais apropriada que uma abordagem convencional e tem o potencial de fornecer benefícios económicos significativos (Bramley, 2009). Esta questão remete mais uma vez para as vantagens da utilização da AP em culturas perenes em comparação com culturas anuais.

Tendo em conta que a temperatura diminui com o aumento da altitude, e sendo a temperatura um fator imprescindível no crescimento e desenvolvimento da cultura e na maturação das uvas, é de esperar que se a altitude variar significativamente numa vinha as plantas em regiões mais altas estarão sujeitas a temperaturas mais baixas que em regiões de menor altitude. Esta característica pode ser procurada em climas onde, em zonas baixas, as temperaturas são demasiado elevadas (Goldammer 2015), como é o caso de climas subtropicais. Em casos em que a variação de temperatura não é drástica o suficiente para impossibilitar a perenidade da cultura, a altitude pode ser tida em conta para a produção de castas brancas, mais sensíveis ao calor.

Bramley e Hamilton (2005), ao correlacionarem mapas de produtividade com mapas de relevo, sugerem que zonas mais altas apresentam solos mais delgados e consequentemente menor capacidade de retenção de água, resultando numa menor produtividade, em comparação com zonas de baixa.

Segundo Stajanko *et al.* (2010) os níveis de açúcar e de acidez total nas castas Chardonnay, Riesling e Sauvignon, nas condições do estudo em questão, variam significativamente a partir de uma diferença de altitude de apenas 18 metros entre a zona mais alta e a zona mais baixa de uma vinha, obtendo valores mais elevados de açúcar e mais baixos de acidez total nas zonas de maior altitude, possivelmente devido à menor presença de água, num solo mais delgado, e consequente superior concentração de açúcares aliados a uma exposição solar mais intensa. Em casos em que a altitude variasse mais significativamente, a diferença de temperatura poderia por em causa a produção de açúcares podendo levar a resultados contrários.

Um estudo realizado em Eden Valley, Austrália por Bramley e Williams (2007) demonstra que a orientação da vinha influencia a fotossíntese (radiação incidente) e que, quando correlacionada com mapas de declive e posicionamento topográfico, influencia também a temperatura do microclima do coberto em cerca de 185 graus dia (temperatura base de 10°C) durante todo o ciclo de crescimento. Se uma vinha com apenas uma casta fosse plantada nestas condições, tal diferença na acumulação de graus dia poderia resultar numa variação de aproximadamente 10 dias quanto à data de vindima.

Estes resultados estão relacionados com o fato de que à posição topográfica, nomeadamente à altitude e à orientação da encosta, está associado o fator de temperatura mencionado anteriormente (Goldammer 2015).

Em suma, os atributos topográficos primários (*i.e.*, declive, altitude, orientação) fazem variar as condições existentes ao longo de uma paisagem, resultando em diversos microclimas que por sua vez irão afetar o crescimento e desenvolvimento do coberto vegetal (Maestre *et al.*, 2003; Koenig, 2012). Esta realidade não é diferente para o caso da vinha, podendo resultar em diferenças não só quantitativas, mas também qualitativas.

2.5. O efeito varietal

Como em qualquer outra cultura, diferentes variedades significam diferentes respostas por parte da planta, sejam elas em hábitos de crescimento, qualidade ou produtividade. A cultura da vinha não é exceção.

Todas as castas em estudo nesta dissertação (*Vitis vinífera*) são castas nacionais, originárias de vários pontos do país. Nas regiões de onde são oriundas apresentam características já documentadas, no entanto quando plantadas noutras regiões, como é o caso de Lisboa para alguns casos, por vezes é difícil prever o seu comportamento. Não havendo bibliografia que evidencie este fato, parte-se do princípio de que o comportamento das variedades em estudo é o mesmo na Tapada da Ajuda como é nas condições de origem, assumindo as características previstas da casta como universais.

A descrição detalhada de cada casta em estudo foi retirada de Bohm (2010) e encontra-se em anexo (Anexo VI).

3. Materiais e Métodos

Para alcançar o objetivo deste trabalho foi delineado um ensaio de campo numa vinha.

3.1. Localização e caracterização do ensaio

O ensaio foi efetuado na Vinha da Meia Encosta, no Instituto Superior de Agronomia, na Tapada da Ajuda, em Lisboa ($38^{\circ}42'27.6''\text{N}$ $9^{\circ}10'56.3''\text{W}$) (Fig. 3).



Figura 3 - Vinha da Meia Encosta, escala aprox. 1:4250 - Imagem de satélite.

(Fonte: Google Earth)

A Vinha da Meia Encosta apresenta uma área de 1,7 hectares, distribuída por sete castas diferentes: Macabeu, Moscatel Galego, Moscatel de Setúbal, Alvarinho, Viosinho, Encruzado e Arinto. Neste trabalho foram estudadas as castas Alvarinho, Viosinho, Encruzado e Arinto, tratando-se, respetivamente, das linhas 21-29, 30-39, 40-49 e 50-68, dentro das quais foi selecionada uma linha para cada casta (Fig. 4). As castas Alvarinho, Arinto, Moscatel de Setúbal e Viosinho estão enxertadas em 1103Paulsen, as restantes – Encruzado, Macabeu e Moscatel Galego – enxertadas em 110Richter.

Caraterísticas dos Porta-enxertos

1103Paulsen

Origem: Berlandieri Résséguier nº2 x Rupestris du Lot.

O 1103P trata-se de um porta-enxerto muito vigoroso, desaconselhado para solos de elevada fertilidade. Possui um desenvolvimento precoce que permite, na maioria das vezes, uma enxertia no ano de plantação. Possui melhor resposta ao enraizamento que o 110Richter (Infovini, 2015).

110Richter

Origem: Berlandieri Résséguier nº2 x Rupestris Martin.

O 110R trata-se de um porta-enxerto muito vigoroso que favorece a frutificação das castas enxertadas. É também desaconselhado para solos muito férteis, podendo atrasar a maturação das uvas. Possui resistência até 17% ao calcário ativo, resistência insuficiente aos nemátodos do género *Meloidogynae* e nula ao sal. Apresenta boa adaptação a solos pobres e secos (Infovini, 2015).



Figura 4 - Esquema das castas plantadas na Vinha da Meia Encosta, com realce para as castas em estudo.

Toda a vinha foi plantada em 2006, apresenta uma orientação Norte-Sul (com uma ligeira inclinação para Nordeste-Sudoeste de cerca de 9°) e uma densidade de plantação de 4000 plantas por hectare, resultante de um compasso de 2,5 x 1,0 m.

O Sistema de Condução é o Monopiano Vertical Ascendente, podada em cordão *Royat* Unilateral, com dois pares de arames móveis para orientação da vegetação.

3.2. Operações culturais

As Operações Culturais seguiram o itinerário utilizado nos últimos anos nas vinhas da Tapada da Ajuda (Quadro 14, Anexo 1), com exceção da rega. Esta foi auxiliada com a recente instalação de uma Sonda Capacitiva de Água no Solo.

É relevante referir que o esladroamento não foi efetuado nas videiras em estudo, ao contrário da restante vinha, de modo a haver o mínimo de influência do fator humano possível e para possibilitar o levantamento de dados como o número de sarmentos ladrões.

3.3. Monitorização da água no solo

No dia 9 de Março de 2015 foi instalada uma Sonda de Água no Solo. Trata-se de uma sonda capacitiva que a cada 3 horas disponibiliza os dados que os seus sensores registam em cada 15 minutos. Os sensores estão posicionados a seis profundidades diferentes – de 10 em 10 cm, até aos 60 cm, inclusivé.

A calibração, vinda do fornecedor, foi verificada observando-se a quantidade de precipitação ocorrida na estação meteorológica automática do ISA, ao longo dos primeiros dias após a instalação, e os valores de volume de água de solo registados pela sonda. Após garantia de que estes valores estavam o mais próximo da realidade quanto possível passou-se à estimativa da Capacidade de Campo (CC) e Coeficiente de Emurchecimento (CE). A partir dos dois últimos parâmetros foi possível estimar a reserva de água utilizável

Visto a sonda ser recente foram realizadas também outras operações e estimativas de modo a facilitar a leitura dos dados, nomeadamente estimativa de Reserva de Água Utilizável (RAU), Potencial Hídrico de Base (Ψ_b) e Condutância Estomática.

De forma a garantir que a rega era uniforme e, desta forma, garantir que o *input* de rega não variava significativamente na vinha testou-se a uniformidade do sistema de rega. Este teste teve o propósito de conhecer de que forma varia e qual a débito dos gotejadores, ao longo de um setor de rega, através do coeficiente de uniformidade de rega de Christiansen (Cu_c). Para tal foi utilizada uma **proveta de 25ml**, com a qual se mediu o volume de água debitada por gotejador em 15 segundos.

$$\text{Coeficiente de uniformidade Christiansen (CUC)} = 100 \times \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - V_{med}|}{\sum_{i=1}^n V_i} \right]$$

O Ψ_b foi medido nos dias 2-07-2015, 22-07-2015, 23-07-2015 e 24-07-2015, de forma a se verificar o seu valor em diferentes volumes de água no solo: aos 230 mm, aos 270 mm, aos 260 mm e

aos 250 mm, respetivamente, e desta forma aferir a sonda com valores fiáveis do *stress* hídrico na planta. Deste modo, as leituras do Ψ_b também contribuíram para a estimativa do limite inferior da reserva facilmente utilizável (RFU).

Todo o procedimento foi realizado antes do nascer do sol entre as 3 e as 5 da manhã, altura em que a planta se encontra em equilíbrio com o estado hídrico do solo (Williams 2002). Foram recolhidas folhas sãs, adultas de sarmentos primários das 6 videiras mais próximas da Sonda. Cada uma dessas folhas foi colocada numa câmara de pressão (Modelo 600 PMS instrument Co., Corvallis, OR, EUA) e foi registada a pressão necessária (em bar) para extrair água pelo pedúnculo.

O Potencial Hídrico de Base foi calculado a partir da média de 6 repetições para a casta Alvarinho e apenas 3 repetições para as restantes castas. A razão desta metodologia prende-se apenas pela maior necessidade de rigor para a casta Alvarinho pois esta coincide com a zona onde se encontra a Sonda Capacitiva de Água no Solo, tendo estes dados sido utilizados para ajustes da mesma.

De forma a, no futuro, facilitar a calibração da sonda, nos mesmos dias das medições do Ψ_b , ou em dias com o mesmo volume de água no solo, realizaram-se também medições de Condutância Estomática. Este, ao contrário do anterior (que tem que ser realizado antes do nascer do Sol), é realizado durante o dia com a ajuda de um Porómetro (Decagon Devices Model SC-1). Desta forma, numa futura utilização da sonda neste local conhece-se a que valor de Ψ_b corresponde um determinado valor de condutância estomática, sendo desnecessária a medição do primeiro.

Para estimação da CC abasteceu-se propositadamente a zona de imediação da sonda com uma quantidade de água suficiente para saturar o solo. Após 2 ou 3 dias de drenagem verificaram-se os valores de teor de água no solo. Compararam-se estes valores com os valores estimados a partir da textura do solo, propostos por Etcheverry e Harding (1933) (Fig. 5). E desta forma obtiveram-se estimativas de CC e CE.

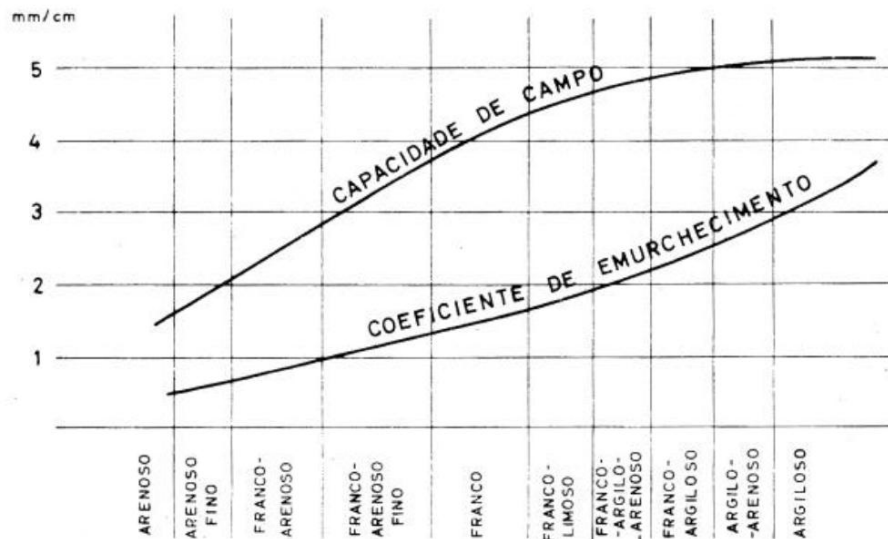


Figura 5 - Variação da capacidade de campo e do coeficiente de emurchecimento com a classe textural do solo.

(Fonte: Adaptado de Etcheverry e Harding, 1933, extraído de Costa, 1979)

Tendo conhecimento destes dois parâmetros é possível determinar a reserva de água utilizável (Costa, 1979). Foi determinado um terceiro parâmetro, o fator de gestão de rega (P). Este representa valores entre 40 a 75% da capacidade utilizável (dependendo do tipo de solo) e define a reserva facilmente utilizável (Costa, 1979).

Ao longo de várias regas após a instalação da sonda, foi-se ajustando o valor da CC, tendo em conta a variação de volume de água no solo, ao longo do tempo, transmitida pela sonda. Isto é, sempre que existe água em excesso no solo, até o volume desta atingir a CC, encontra-se em drenagem, ao longo da qual existe escoamento para a fora do perfil do excesso de água que não é retido no solo. Este escoamento origina um decréscimo de volume de água no solo constante até atingir um volume correspondente à CC. Esta dinâmica é facilmente observável nos gráficos das figuras 6 e 7. Tendo em conta a resposta do mesmo, ajustaram-se os valores de CC.



Figura 6 – Variação do volume da água no solo de abril 2015 a julho 2015 (CC corresponde à capacidade de campo, LI RFU corresponde a limite inferior da reserva facilmente utilizada).

Facilmente se consegue observar no gráfico da Figura 6 as diferentes regas, sensivelmente regulares, ao longo do ciclo, especialmente a partir de meados de Maio. Observam-se também as variações de volume de água no solo após a rega, variáveis consoante a demanda atmosférica, nomeadamente em diferentes alturas do dia.

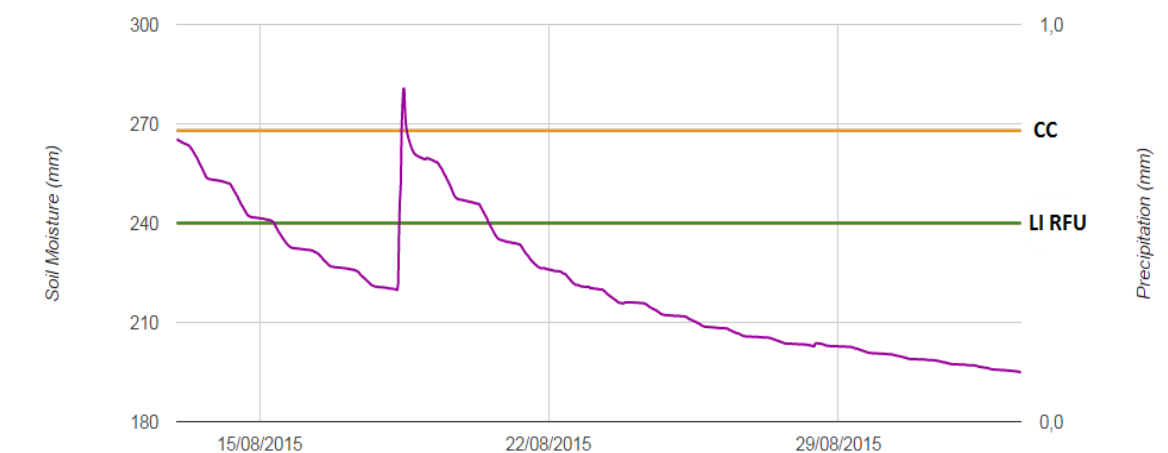


Figura 7 – Variação do volume de água no solo de meados de agosto até finais de agosto (CC corresponde à capacidade de campo, LI RFU corresponde a limite Inferior da Reserva de água Facilmente Utilizada).

Após a vindima não se recorreu a mais nenhuma rega, sendo evidente a diminuição do volume de água no solo até valores abaixo do limite inferior da RFU, nos quais se observam dificuldades

crescentes por parte das raízes das plantas em obter água, refletido pelos valores decrescentes de variação de água no solo no final do ciclo (Figura 7).

No caso da vinha da Meia Encosta, determinou-se uma RFU de 50 mm, com uma CC de 4,5 mm/cm, um CE de 3,2 mm/cm e um LI RFU de 3,8 mm/cm, correspondente a 270 mm, 190 mm e 230 mm, respetivamente, em 60 cm de solo.

3.4. Caracterização climática

A Tapada da Ajuda está situada em Lisboa (38°42'27.6"N 9°10'56.3"W). Encontra-se entre 20 a 140 m acima do nível médio da água do mar, variação resultante da presença de algum relevo (Matos 1994).

Segundo dados da estação meteorológica presente na Tapada da Ajuda, a temperatura máxima diária, entre 1981 e 1990, foi de 29,5°C (em Agosto) e 15,1°C (em Janeiro), resultando num valor médio de temperatura máxima anual de 22°C. Quanto à temperatura mínima diária, esta variou entre os 7,2°C (em Janeiro) e os 16,4°C (em Agosto), resultando num valor médio anual de 11,8°C (Cunha, 2000). Em simultâneo, apresenta uma humidade relativa do ar que varia entre os 68% (em Julho) e os 87% (em Janeiro).

De acordo com Matos (1994), a Tapada apresenta valores de Insolação anual média de 2965 horas, onde o mês mais quente (Julho) chega a apresentar valores de 374 horas. Já em meses mais frios (Dezembro e Janeiro), a insolação não passa de valores médios de 153 horas.

Caracterizada por um clima Mediterrâneo, a Tapada da Ajuda apresenta uma precipitação abundante no Inverno e escassa no Verão. No período de 1981-1990 os valores totais médios anuais de precipitação atingiram os 731,3 mm, no entanto, com uma distribuição temporal muito mediterrânica, apresentando 78,8% da precipitação total no período invernal (Matos 1994).

3.4.1. Campanha 2015

Em Portugal Continental o ano de 2015 foi considerado como um ano muito seco e muito quente. Durante a primavera 2015 (março, abril e maio) a média da temperatura média do ar foi de 15.31 °C, superior ao normal (média de 1931 a 2015) em +1.71 °C, sendo a 4ª primavera mais quente desde 1931 (a mais quente em 1997: 16.47 °C). O valor médio da quantidade de precipitação no trimestre março-maio, 118.1 mm foi muito inferior ao valor médio, correspondendo a cerca de 56 % do valor normal. O valor de precipitação desta primavera é o 5º mais baixo desde 1931 (valor mais baixo em 2009, 96.3 mm) (Fig. 8). (IPMA, 2015).

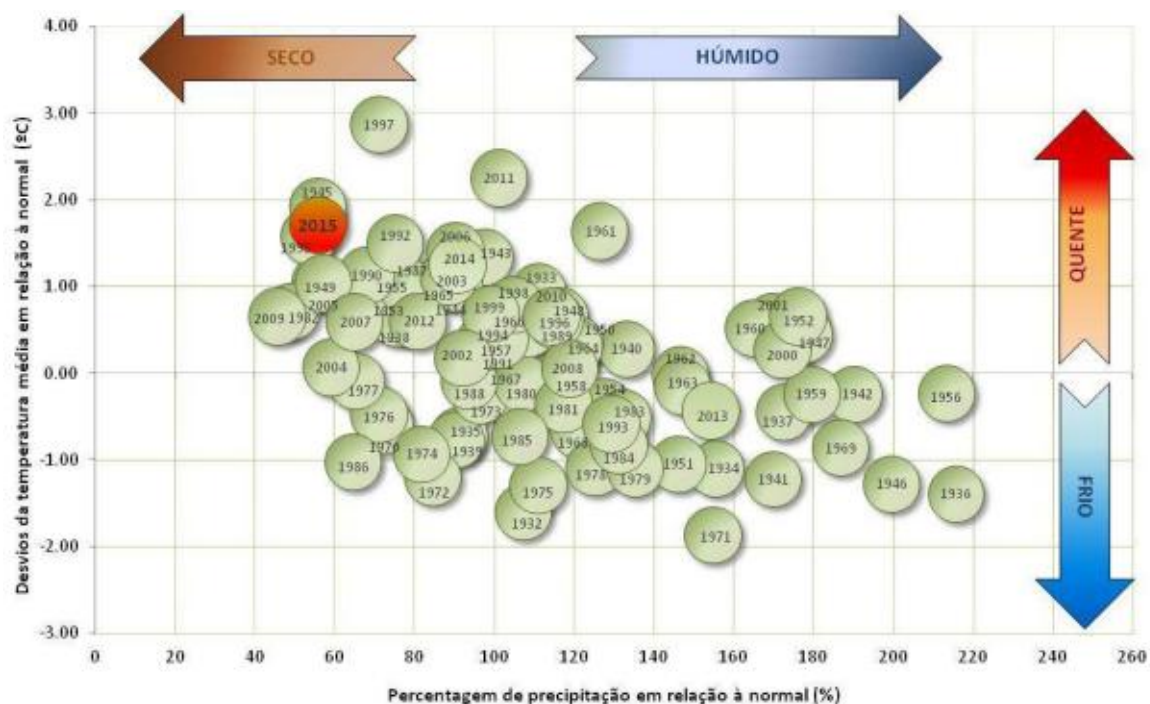


Figura 8 - Desvio da temperatura média e precipitação. Primavera 2015, Portugal Continental
(Fonte: IPMA, 2015).

O verão 2015 (junho, julho e agosto) foi o 5º mais quente desde 2000 (depois de 2005, 2004, 2003 e 2006) e o 9º mais quente desde 1931 com o valor da temperatura média 1.2 °C acima do valor médio (Fig. 9). Os valores da quantidade de precipitação ocorridos nos meses de junho a agosto, 30.8 mm, correspondem a cerca de 50% do valor médio (IPMA, 2015).



Figura 9 - Desvio da temperatura média e precipitação. Verão 2015, Portugal Continental
(Fonte: IPMA, 2015).

Quanto à estação de Lisboa, o ano de 2015 caracterizou-se por apresentar um final de inverno e início de primavera (Janeiro a março) com temperaturas sensivelmente próximas da temperatura média de 1981-2010. No entanto, a partir de abril até agosto estes valores foram muito superiores em relação à média: diferenças máximas de 3,3°C em maio e mínimas de 1,8°C em agosto, altura do final da campanha (vindima a 24 de agosto). Ainda com valores acima da média a partir de setembro mas com diferenças inferiores (Figura 10).

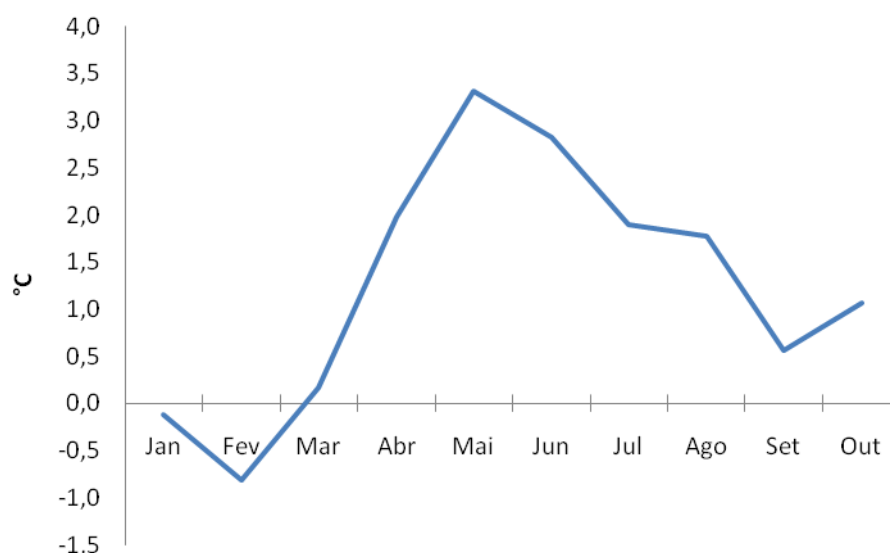


Figura 10 - Diferencial entre Temperatura Média do ano 2015 (a) e a Temperatura Média de 1981-2010 (b), em °C, para Lisboa.

Fonte: a – NCBC, 2015, b – IPMA, 2015. Quanto à precipitação mensal na estação de Lisboa, tal como na temperatura, verificou-se a mesma tendência de Portugal Continental, tendo sido também caracterizado como um ano muito seco. Durante o inverno até ao verão (de janeiro a julho) e a partir de setembro, a precipitação acumulada foi muito inferior à da média dos anos 1981-2010, com valores máximos de cerca de 100 mm e 99 mm inferiores à média, nos meses de janeiro e outubro, respetivamente. Apenas em junho, julho e agosto se observaram diferenças inferiores a 20 mm, sendo a média desta altura do ano já bastante seca, característica do clima mediterrâneo (Figura 11).

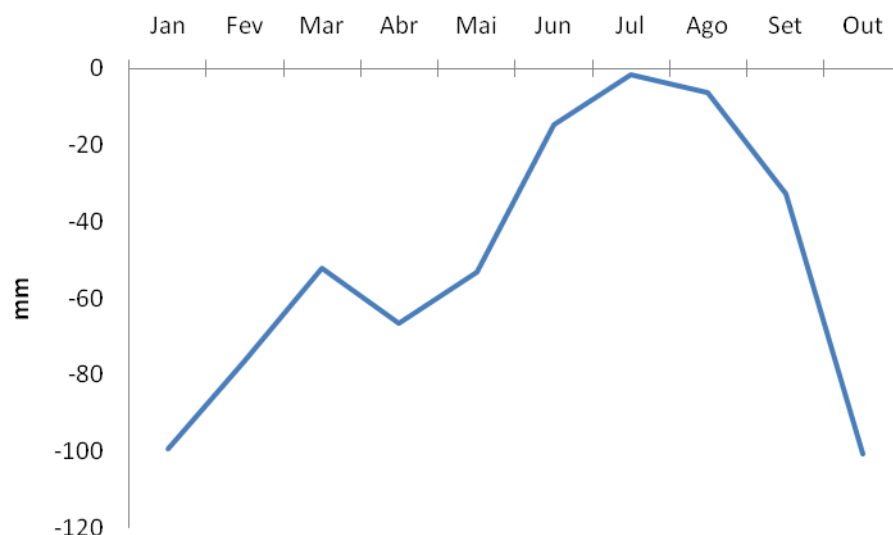


Figura 11 – Diferencial entre Precipitação mensal do ano 2015 (a) e Precipitação mensal média de 1981-2010 (b), em mm, para Lisboa.

Fonte: a – NCBC, 2015, b – IPMA, 2015.

3.5. Caracterização edáfica

Segundo Sarmiento (1969), os solos da Tapada da Ajuda apresentam geralmente textura argilosa e cor castanha ou, menos frequentemente, castanha avermelhada nomeadamente de terras derivadas de calcários de textura argilosa. São maioritariamente derivados de basaltos ou calcários que sofreram profundas alterações devido à ação do Homem, caracterizada essencialmente por grandes incorporações de matéria orgânica (Matos, 1994).

O levantamento do declive específico de cada uma das linhas em estudo nesta dissertação está evidenciado no final da secção 3.6 deste mesmo capítulo e os seus resultados no capítulo 4. Resultados.

Na folha de solo onde se encontra a vinha da Meia Encosta encontram-se solos derivados de rocha basáltica de perfil Ap Bw C. Estes solos apresentam uma espessura compreendida entre 80 e 114cm, com poucos ou alguns elementos grosseiros, incluindo pedras e calhaus (Medina 1973). Apresenta teor de argila superior a 30%, com calcário fino, na parte inferior de Bw ou só em C, podendo ter ou não calcário grosseiro (Quadro 8).

Está incluído na família dos Barros Castanho-Avermelhados Não Calcários (Cb), originária de basaltos ou doleritos ou outras rochas eruptivas básicas (Cardoso C. 1965).

Quadro 8 - Dados analíticos do perfil de solo.

Profundidade (cm)	0 a 4	4 a 30	30 a 80	80 a 100
Fração > 2 mm	12	10	11	12
Areia grossa (%)	12,5	9,2	9,3	8,5
Areia fina (%)	21,3	19,6	20,4	22,9
Limo (%)	23	22,5	21,4	29,9
Argila (%)	43,2	48,7	48,9	38,7
Carbonatos em CaCO ₃ (%)	0	0	0	1,6

Adaptado de Medina, 1973.

3.6. Delineamento experimental e determinações efetuadas

Ao longo do ciclo vegetativo e reprodutivo da cultura foram feitas diversas determinações de forma a caracterizar a cultura em diferentes posicionamentos topográficos (diferentes estações). Foi com base nestes dados e nos índices e indicadores resultantes que foi realizada a análise estatística de forma a evidenciar a ocorrência de casos significativamente distintos ao longo da encosta, dentro de uma mesma casta.

Em primeiro lugar foram **selecionadas as diferentes estações em estudo**, de forma a ser possível uma análise da variância dos vários parâmetros de crescimento e produção ao longo da encosta.

De forma a garantir que as plantas observadas permanecessem as mesmas ao longo do estudo foram selecionadas e marcadas 14 estações – tomando como estação o espaço entre 2 postes metálicos –, num total de 85 plantas (6 plantas por estação com a exceção de uma estação que apresenta 7 plantas).

Das 4 castas selecionou-se uma linha intermédia representativa de cada casta (L25, L35, L45 e L55) e dentro da linha representativa selecionaram-se 3 a 4 estações, dependendo do comprimento da linha, marcadas com uma fita no poste inicial e no poste final de cada uma (Fig. 12). Esta seleção foi feita de forma a haver uma estação numa zona de altitude superior (a montante do sentido do maior declive), uma ou duas numa zona intermédia e uma numa zona inferior (a jusante do sentido do maior declive).



Figura 12 – Marca de início da estação em estudo.

(Fonte: autor)

De forma a identificar cada planta dentro das linhas em estudo foi utilizada a seguinte codificação:

“LX_E_V”, em que “X” corresponde ao número da linha, “E” corresponde ao número da estação e “V” corresponde ao número da videira, dentro da estação, contagem de Norte para Sul com base na posição do colo da planta (exemplo: L25_2_1, corresponde à primeira videira da segunda estação da Linha 25).

Na casta Alvarinho as estações Alta, Média-Alta, Média-Baixa e Baixa correspondem, respetivamente, às distâncias médias do início da linha de 9m, 33m, 57m e 91m. Na casta Viosinho, na mesma ordem, respetivamente, correspondem distâncias médias de 9m, 34m, 58m e 92m. Na casta Encruzado as estações Alta, Média e Baixa correspondem, respetivamente, às distâncias médias de 9m, 39m e 57m. Na casta Arinto, pela mesma ordem, respetivamente correspondem distâncias médias de 9m, 27m e 51m. A Fig. 13 evidencia a localização de cada uma das estações estudadas segundo esta terminologia.

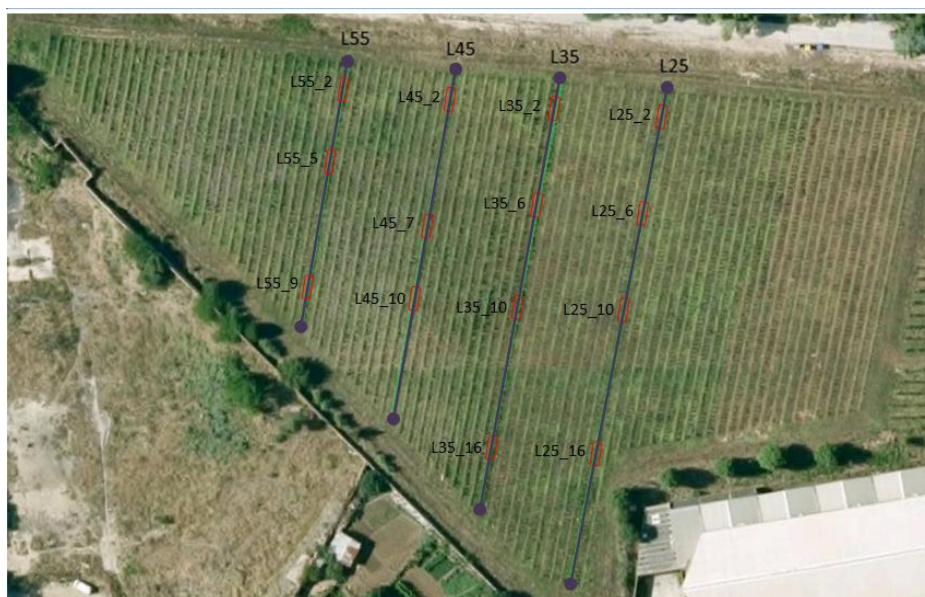


Figura 13 – Localização das linhas e estações na vinha da Meia Encosta. Imagem de satélite.
(Adaptado de Google Earth)



Figura 14 – Localização das diferentes estações consoante a sua posição topográfica. Imagem de satélite.
(Adaptado de Google Earth).

Também no início do ciclo e após selecionadas as videiras em estudo, foram realizados os levantamentos da **Carga à Poda**, **Número de Talhões**, **Altura do tronco**, **Comprimento do braço** e **Diâmetro do Colo**.

A Carga à Poda trata-se do número de olhos que são deixados durante a poda de Inverno. É um valor essencial para a determinação de diversos índices de crescimento e de produção. O seu valor foi determinado a partir da contagem destes olhos durante o início do ciclo vegetativo (Fig. 14).

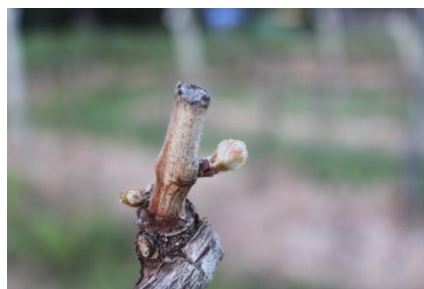


Figura 15 - Talão (Encruzado 24-03-2015) – 2 olhos deixados à poda.

(Fonte: autor)

Os Talões correspondem às estruturas de frutificação (com exceção às esperas) presentes no braço de cada planta, nos sistemas de poda curta (Fig. 15). Isto é, a estrutura de madeira com pelo menos 1 ano de idade onde abrolharão os futuros sarmentos. O valor foi determinado a partir de uma contagem.



Figura 16 - Videira com 6 Talões (Encruzado 31-03-2015).

(Fonte: autor)

A altura do tronco corresponde ao comprimento do tronco desde o colo da planta até à curvatura do braço (Fig. 16). Esta medição foi feita não só às plantas dentro das estações em estudo mas a todas as plantas presentes nas linhas 25, 35, 45 e 55, num total de 381 plantas.



Figura 17 - Altura do tronco (Arinto 30-04-2015).

(Fonte: autor)

O Comprimento do Braço corresponde ao comprimento desde a curvatura do braço até à extremidade. Esta medição, tal como a altura do tronco, foi realizada em todas as plantas das linhas 25, 35, 45 e 55.

O Diâmetro do Colo corresponde ao diâmetro do colo da planta, medido com a ajuda de um paquímetro. Foi também realizado em todas as plantas das linhas 25, 35, 45 e 55.

Já iniciado o crescimento vegetativo foram contabilizados, assim que possível, o **Número de Sarmentos** e o **Número de Inflorescências**.

Quanto ao número de sarmentos, estes foram contabilizados separadamente quanto ao seu posicionamento na planta. Isto é, foram contabilizados os sarmentos nos talões, no braço e no tronco. Os dois últimos tratam-se de sarmentos ladrões. Esta contabilização foi realizada durante a semana de 4-05-2015 a 10-05-2015, altura em que o desenvolvimento vegetativo era suficiente para que fosse visível o crescimento dos sarmentos. Entre todos os sarmentos contabilizados foram distinguidos os férteis, isto é, os que apresentavam inflorescências. Estas, por sua vez, foram também contabilizadas em separado, assim que se tornaram visíveis.

Todos estes dados foram indispensáveis para o cálculo de indicadores como a Produtividade Esperada ou a Área Foliar.

Cerca de 1 semana antes da floração foi realizada uma medição da **Área Foliar**, segundo a metodologia de Lopes e Pinto (2005) - este indicador foi também estimado 1 semana após a floração

e ao pintor. Para além da Área Foliar foi também avaliado o **Formato da Sebe** nas últimas duas ocasiões.

No final do ciclo, durante a vindima, foram contabilizados o **Número de cachos**, o **Peso dos Cachos** e o **Peso médio do Bago**.

O primeiro foi contabilizado 3 a 4 dias antes do dia da Vindima, onde foram retirados 100 bagos por planta, neste caso foram retirados das plantas em estudo. Tal como para as amostras de análises de maturação, os bagos foram retirados de forma aleatória, dos vários cachos da mesma planta, de diversas zonas dentro do mesmo cacho. Seguiu-se então à pesagem de cada conjunto de 100 bagos das 85 plantas, separadamente.

Do peso resultante de 100 bagos, dividiu-se por 100 de forma a se obter o peso médio do bago por planta.

A vindima de todas as 85 plantas foi realizada no dia 24-08-2015, tendo sido em simultâneo contado o número de cachos e seu peso. Em ambos os casos a contabilização foi feita por planta.

Ao peso final dos cachos foi adicionado o peso em bagos retirado durante a análise do Peso médio do Bago, assumindo que a sua composição não variaria significativamente num intervalo de tempo de 4 dias.

Ao longo de todo o ciclo foram acompanhados, semanalmente, os **Estados Fenológicos** da planta desde o início da atividade vegetativa até Pintor. Após o Pintor e durante as 4 semanas seguintes o acompanhamento do desenvolvimento das uvas foi feito a partir de **Análises de Maturação**.

Os Estados Fenológicos de cada planta em estudo foram acompanhados segundo uma escala de BBCH. Esta trata-se de uma escala utilizada para identificar os diferentes estados fenológicos de desenvolvimento de uma cultura. Existem diversas escalas BBCH para diferentes culturas, a utilizada foi desenvolvida, para a videira, por Lorenz *et al.* (1995) (Fig. 17). O acompanhamento foi feito semanalmente, desde o início da atividade vegetativa (11-03-2015, BBCH 01) até ao início da Maturação das uvas (21-07-2015 inclusive, BBCH 85), altura em que se passou a um acompanhamento via análises de maturação das uvas.

O acompanhamento baseou-se na observação de cada videira individualmente, sendo considerado um determinado estado fenológico quando 50% dos gomos totais de uma videira se encontravam nesse mesmo estado. Desta forma possibilitando a comparação da evolução fenológica entre plantas da mesma casta, ao longo da encosta.

Quadro 9 – Escala de BBCH completa.

(Fonte: Lorenz *et al.*, 1995)

BBCH-Code	Description	BBCH-Code	Description
Principal growth stage 0	Sprouting	61	Beginning of flowering: 10% of flowerhoods fallen
00	Dormancy: winter buds pointed to rounded, bright or dark brown according to cultivar, bud scales more or less closed according to cultivar	63	Early flowering: 30% of flowerhoods fallen
01	Beginning of bud swelling: buds begin to expand inside the bud scales	65	Full flowering: 50% of flowerhoods fallen
03	End of bud swelling: buds swollen, but not green	68	80% of flowerhoods fallen
05	"Wool stage": brown wool clearly visible	69	End of flowering
07	Beginning of bud burst: green shoot tips just visible	Principal growth stage 7	Development of fruits
09	Bud burst: green shoot tips clearly visible	71	Fruit set: fruits begin to swell, remains of flowers lost
Principal growth stage 1	Leaf development	73	Berries groat-sized, bunches begin to hang
11	First leaf unfolded and spread away from shoot	75	Berries pea-sized, bunches hang
12	Two leaves unfolded	77	Begin of berry touch
13	Three leaves unfolded	79	Berry touch complete
14	Four leaves unfolded	Principal growth stage 8	Ripening of berries
15	Five leaves unfolded	81	Beginning of ripening: berries begin to brighten in colour
16	Six leaves unfolded	83	Berries brightening in colour
19	Nine or more leaves unfolded	85	Softening of berries
Principal growth stage 5	Inflorescence emergence	89	Berries ripe for harvest
53	Inflorescence clearly visible	Principal growth stage 9	Senescence
55	Inflorescence swelling, flowers closely pressed together	91	After harvest: end of wood maturation
57	Inflorescences fully developed, flowers separating	92	Beginning of leaf discoloration
Principal growth stage 6	Flowering	93	Beginning of leaf fall
60	First flowerhoods detached from the receptacle	95	50% of leaves fallen
		97	End of leaf fall
		99	Post-harvest treatments

A partir de dia 21-07-2015, data em que o estado fenológico das videiras se encontrava entre 83 e 85, na escala de BBCH, correspondendo, respetivamente, à clarificação da cor dos bagos e ao amolecimento da sua textura, passou-se a uma avaliação do desenvolvimento do fruto via análise de maturação. Desta forma avaliou-se a qualidade dos frutos, sendo possível a sua comparação entre plantas, dentro da mesma casta.

As análises foram feitas a partir de amostras de 100 bagos, das estações alheias às estações em estudo. Isto é, foram recolhidos, pela manhã, 50 bagos da estação 2 da linha 46 e 50 bagos da estação 2 da linha 44, de forma a se avaliarem, indiretamente, os bagos da estação 2 da linha 45 sem por em causa a sua produção. Estes bagos foram retirados de forma aleatória de todas as plantas dentro da estação e de forma aleatória dentro do cacho, havendo exemplares de todas as suas

zonas. Por fim, este conjunto de bagos foi então direcionado para laboratório onde foram sujeitos a um esmagamento de forma a simular o tratamento dos cachos após a vindima. Feita uma filtragem do líquido resultante dos restantes resíduos, as amostras foram então sujeitas às seguintes medições:

- **Volume de Mosto** – Medição de volume feita com uma proveta de forma a se registar a quantidade de líquido total resultante do esmagamento das uvas.
- **Grau Brix** – Medido com um refratómetro digital com compensação automática de temperatura (modelo Pocket Refractometer PAL-1, Atago).
- **Acidez total** – Medição realizada a partir da titulação de uma solução de mosto da amostra em análise, água destilada fervida (sem CO₂) e Azul de Bromotimol (indicador). A esta solução foi adicionada progressivamente o titulante, neste caso Hidróxido de Sódio (NaOH), até a solução titulada alterar a sua cor para Azul Esverdeado, sinal de que deixou de ser uma solução ácida e passou a ser uma solução básica.

Da titulação obteve-se o volume de NaOH necessário para a amostra em análise alterar o seu pH. Ao se multiplicar este volume por 1,5 obteve-se a Acidez Total em g/l de Ácido Tartárico.

Esta titulação foi realizada segundo o método OIV-MA-AS313-01, dos Métodos Internacionais de Análise de vinhos e mostos (OIV, 2015a).

- **pH** – Medido com um medidor de pH de eléctrodos, segundo o método OIV-MA-AS313-15, dos Métodos Internacionais de Análise de vinhos e mostos (OIV, 2015b).

As análises de maturação foram feitas durante as 4 semanas prévias à vindima, desde 28-07-2015 a 18-08-2015, inclusive.

Em paralelo aos dados obtidos diretamente das plantas, foi também realizado o **Levantamento do declive** nas linhas em estudo.

O levantamento do declive das linhas 25, 35, 45 e 55 da Vinha da Meia Encosta foi realizado segundo métodos Geométricos. Para tal foi necessário um **nível ótico** e uma **régua graduada de 4 metros de comprimento**.

O declive foi calculado segundo a seguinte equação:

Declive = $\Delta H_{AB} / d_{AB}$, em que:

$\Delta H_{AB} = C_B - C_A$, em que C_x corresponde ao valor da altitude do ponto x e ΔH_{AB} corresponde à Diferença de Conta entre o ponto A e o ponto B (Fig. 17).

d_{AB} = distância entre o ponto A e B.

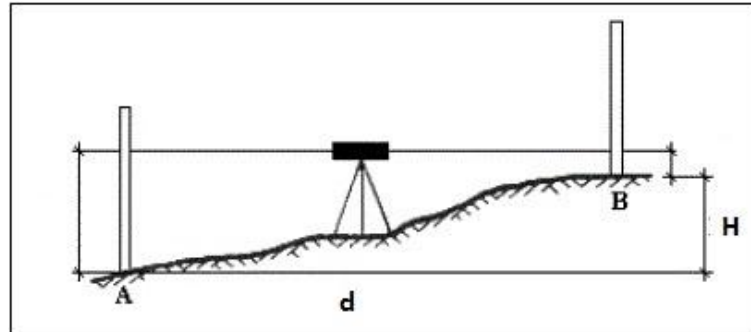


Figura 18 - Levantamento do Declive, método Geométrico.

(Adaptado de Domingues, 1979)

O número de pontos em cada linha dependeu do seu comprimento, variando entre 2 a 4 repetições de dois pontos (*i.e.*, AB) de forma a incluir qualquer variação significativa de declive.

A partir do levantamento e análise dos dados descritos acima seguiu-se o cálculo de Índices e Indicadores de Crescimento e Produtividade, os quais foram então sujeitos a uma análise estatística.

O **Potencial Hídrico de Base** foi medido nos dias 2-07-2015, 22-07-2015, 23-07-2015 e 24-07-2015, de forma a se conhecer o seu valor em diferentes volumes de água no solo: mais concretamente aos 231 mm, aos 272 mm, aos 263 mm e aos 255 mm, respetivamente.

Todo o procedimento foi realizado antes do nascer do sol entre as 3 e as 5 da manhã, altura em que a planta se encontra em equilíbrio com o estado hídrico do solo (Williams 2002). Foram recolhidas folhas sãs, adultas de sarmentos primários das 6 videiras mais próximas da Sonda. Cada uma dessas folhas foi colocada numa câmara de pressão e foi registada a pressão necessária (em bar) para extrair água pelo pedúnculo.

3.6.1. Índices e Indicadores

Como mencionado anteriormente, os dados levantados durante o ciclo da cultura foram sujeitos a análise de forma a se puderem tirar conclusões através de Índices de Produtividade e Crescimento, assim como outros indicadores, abordados nos pontos seguintes.

Percentagem de Abrolhamento e Percentagem de Ladrões

O Percentagem de Abrolhamento representa a percentagem de olhos abrolhados, dentro dos olhos que foram deixados à poda. Trata-se de um indicador do crescimento vegetativo potencial da planta, evidenciando tendências de vigor.

Percentagem de Abrolhamento = Olhos abrolhados / Olhos deixados à poda.

Percentagem de Ladrões = Nº de sarmentos no Braço + Tronco / Nº total de sarmentos.

A Percentagem de Ladrões representa a percentagem de sarmentos ladrões em relação à totalidade dos sarmentos e reflete a sua presença relativa, sendo um possível indicador de crescimento vegetativo. Assumindo que a área foliar destes ramos ladrões é semelhante à dos restantes sarmentos, este indicador pode evidenciar a tendência de vigor da planta.

Numa primeira análise espera-se que a percentagem de abrolhamento apresente valores entre 0 e 100% (ou 0 e 1, grandeza utilizada ao longo da análise de resultados de modo a facilitar a comparação entre variáveis), no entanto, é comum o abrolhamento de sarmentos gémeos, isto é, abrolharem dois sarmentos de um olho só, neste caso apresentando valores superiores a 100%.

Os parâmetros incluídos na equação da Percentagem de Abrolhamento e na Percentagem de Ladrões foram mencionados anteriormente, assumindo como Olhos Abrolhados o número de sarmentos nos talões, sarmentos ladrões o número de sarmentos no braço e no tronco, e como olhos deixados à poda a carga à poda.

Área Foliar

A área foliar foi medida de acordo com a metodologia proposta por Lopes e Pinto (2005). Dentro desta metodologia foram medidos os seguintes parâmetros, num sarmento de comprimento médio:

- **Nº de folhas de tamanho significativo** (nervura principal com comprimento superior a 3 cm);
- **Comprimento das nervuras laterais da folha menor e da folha maior;**
- **Nº total de sarmentos.**

A partir do momento em que as netas passaram a estar presentes de forma significativa foram também incluídas a partir do levantamento dos seguintes parâmetros, num sarmento médio:

- **Nº total de folhas de netas no sarmento;**
- **Comprimento das nervuras laterais da folha menor e da folha maior;**
- **Nº total de sarmentos** (já identificado).

A Área Foliar foi medida em três datas durante o ciclo da planta. Uma à Pré-floração (cerca de uma semana antes do início da floração (30-04-2015)), à Floração (cerca de uma semana após o início da floração (13-05-2015)) e ao Pintor (9-07-2015). Apenas na última medição foi incluída a Área Foliar das Netas.

Superfície foliar exposta

A **superfície foliar exposta** (SFE) foi estimada segundo a metodologia de Murisier e Zufferey (1997), tendo por base o Perímetro Exposto. A SFE consiste na estimativa da área da sebe que está diretamente exposta à radiação solar, isto é, a superfície foliar que se encontra numa posição exterior no coberto vegetal.

Para o cálculo da SFE foi necessário medir o Perímetro Exposto de cada planta e multiplicá-lo pelo número de metros de sebe por hectare.

Perímetro Exposto (PE): $2 \times \text{Altura da Sebe (H)} + \text{Largura (e)}$ (Fig. 18)

SFE: $\text{PE} \times \text{n}^{\circ} \text{ de metros de sebe/ha}$ (admitindo que a sebe é contínua);

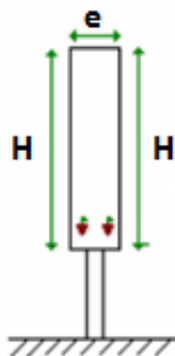


Figura 19 – Esquema para cálculo do Perímetro Exposto, Monoplano Vertical Ascendente.

Adaptado de Cruz *et al.* (2003), citado em Santos (2007).

As Dimensões da Sebe (altura e largura) foram medidas em cada planta em estudo de forma a ser possível o cálculo da SFE também individualmente, e consequentemente avaliar a variação deste parâmetro.

O interesse da SFE prende-se com a necessidade de comparação do crescimento vegetativo entre plantas dentro da mesma casta, e desta forma obter mais um indicador que nos possa evidenciar possíveis diferenças significativas.

A SFE foi medida em duas datas, juntamente com as medições de Área Foliar destas duas ocasiões: à Floração (cerca de uma semana após o início da floração (13-05-2015)) e ao Pintor (9-07-2015).

No caso de parâmetros como a Área Foliar e a Superfície Foliar Exposta, os dados levantados foram feitos no início ou durante estados fenológicos específicos, como a Floração ou o Pintor. Nestes casos os dados foram levantados consoante o início destas fases para cada casta em particular, não necessariamente só num dia, mas num conjunto de dias próximos da data estipulada como início destas ocasiões.

Área Foliar Exposta/kg de fruto

A AFE/kg de fruto trata-se de um indicador que estima a quantidade de superfície foliar (em m²) que a planta apresenta para cada quilograma (kg) de uva. Este indicador dá-nos uma noção da quantidade de carbono que é potencialmente fornecido pelas folhas maduras da planta, através da fotossíntese, para cada quilograma de fruto, sendo necessário uma razão folha/fruto mínima para garantir uma boa maturação da uva e um crescimento vegetativo equilibrado (Zamski, 1996).

A AFE/kg de fruto é calculada a partir da seguinte fórmula:

$$\text{AFE/kg de fruto (m}^2\text{/kg)} = \text{Superfície Foliar Exposta (m}^2\text{/ha)}/\text{Produção (kg/ha)}$$

Este indicador serve também como auxiliar na gestão do coberto vegetal, auxiliando na tomada de decisão quanto à necessidade ou não de monda de frutos, consoante o objetivo final do produto.

Produtividade Obtida

Entende-se como Produtividade Obtida o resultado final de produção por planta, ou seja, o peso total de cachos, por videira, à vindima, medido com um dinamómetro.

Análise Estatística

Todos os dados observados e registados no campo foram sujeitos a uma análise estatística descritiva. O parâmetro com maior relevância nesta análise foi o Coeficiente de Variação (C.V.), por nos indicar qual a variação relativa que os valores podem tomar em relação à média, desta forma indicando-nos qual a magnitude da variabilidade de cada variável. Foram considerados como variações elevadas, C.V. iguais ou superiores a 10% e muito elevadas C.V. iguais ou superiores a 30% (Gomes, 1990).

Toda a análise descritiva foi feita independentemente da posição topográfica, sendo avaliado apenas a variabilidade espacial de cada casta na vinha da Meia Encosta.

De seguida foi realizada uma ANOVA (Análise de Variância). Com esta análise pôde-se verificar se ao longo das diferentes estações numa mesma casta houve diferenças estatisticamente significativas, isto é, se se poderiam considerar os resultados de uma estação como diferentes dos de outra, ou pelo contrário, a sua variação era de tal forma pequena que deveriam ser considerados como iguais.

No caso das variáveis relativas a parâmetros de qualidade – grau brix, acidez total e ph (Quadro 25 – Anexo III) –, não havendo repetições, indispensáveis para uma análise de variância, foi feita uma análise de estatística descritiva, sendo avaliada a magnitude da variabilidade existente e não a sua relação com a posição topográfica. Foram, no entanto, representadas as tendências destas variáveis de forma gráfica (Figuras 33, 34, 35 e 36 – Anexo V)

Após esta análise estatística os dados considerados significativamente diferentes entre estações foram discutidos e analisados com maior pormenor, enquanto os restantes – os resultados que não apresentaram diferenças estatisticamente significativas – foram anexados, na maior parte das vezes não sendo sujeitos a uma discussão por não irem de encontro aos objetivos desta dissertação, isto é, não apresentando variabilidade espacial aparente.

Toda a análise estatística foi realizada com a ajuda de três *softwares*: Stat Soft Statistica 10, IBM SPSS Statistics 2.0 e Microsoft Excel.

4. Resultados e Discussão

4.1 Declive e posição topográfica

O declive medido nas diferentes estações da vinha da Meia Encosta não variou significativamente entre estações, em nenhum dos casos. Observaram-se médias de 8%, 7%, 7% e 7% de declive para as castas Alvarinho, Viosinho, Encruzado e Arinto, respetivamente (Quadro 10). Resultado de uma variação de altitude máxima (entre a estação mais Alta e a mais Baixa) de 9,26m para o Alvarinho, 7,05m para o Viosinho, 5,71m para o Encruzado e 4,15 para o Arinto e comprimentos de linhas variáveis (Quadro 11).

Quadro 10 - Declive de cada estação por casta.

Casta	Estação	Declive
Alvarinho	L25_2	8%
Alvarinho	L25_6	8%
Alvarinho	L25_10	9%
Alvarinho	L25_16	6%
Viosinho	L35_2	7%
Viosinho	L35_6	7%
Viosinho	L35_10	8%
Viosinho	L35_16	6%
Encruzado	L45_2	6%
Encruzado	L45_7	7%
Encruzado	L45_10	9%
Arinto	L55_2	7%
Arinto	L55_5	7%
Arinto	L55_9	7%

Quadro 11 – Comprimento e desnível total das linhas em estudo por casta.

Casta	Comprimento da Linha (m)	Desnível total (m)
Alvarinho	117,1	9,26
Viosinho	101,4	7,05
Encruzado	80,9	5,71
Arinto	60,6	4,15

4.2. Monitorização da rega

4.2.1. Potencial hídrico de base

Consoante diferentes valores de volume de água no solo disponibilizados pela sonda, obtiveram-se diferentes valores de potencial hídrico de base (Quadro 12).

Quadro 12 - Medições de potencial hídrico de base nas diferentes castas, por data.

Casta	Estação	Data (2015)	V. de Água no Solo medido na sonda (mm)	Medições (MPa)						Média
				1	2	3	4	5	6	
Alvarinho	L25_7	02-07	231,03	-0,60	-0,50	-0,40	-0,40	-0,50	-0,60	-0,50
Viosinho	L35_6	02-07	231,03	-0,40	-0,45	-0,50				-0,45
Encruzado	L45_7	02-07	231,03	-0,45	-0,50	-0,50				-0,48
Arinto	L55_5	02-07	231,03	-0,35	-0,35	-0,30				-0,33
Alvarinho	L25_7	22-07	272,17	-0,40	-0,30	-0,25	-0,40	-0,35	-0,40	-0,35
Viosinho	L35_6	22-07	272,17	-0,30	-0,30	-0,30				-0,30
Encruzado	L45_7	22-07	272,17	-0,25	-0,30	-0,40				-0,32
Arinto	L55_5	22-07	272,17	-0,25	-0,30	-0,30				-0,28
Alvarinho	L25_7	23-07	263,19		-0,20	-0,15	-0,15	-0,30	-0,25	-0,21
Viosinho	L35_6	23-07	263,19	-0,15	-0,13	-0,15				-0,14
Encruzado	L45_7	23-07	263,19	-0,18	-0,15	-0,20				-0,18
Arinto	L55_5	23-07	263,19	-0,30	-0,18	-0,18				-0,22
Alvarinho	L25_7	24-07	255,75	-0,35	-0,20	-0,28	-0,20	-0,35	-0,23	-0,27
Viosinho	L35_6	24-07	255,75	-0,18	-0,18	-0,20				-0,18
Encruzado	L45_7	24-07	255,75	-0,18	-0,20	-0,18				-0,18
Arinto	L55_5	24-07	255,75	-0,28	-0,13	-0,30	-0,23			-0,23

Verificaram-se alguns valores atípicos, nomeadamente aos 230 mm de volume de água no solo, provavelmente devido à planta não ter ainda atingido o equilíbrio hídrico aquando do levantamento dos dados.

Ficaram por ser realizados levantamentos destes mesmos dados para Volumes de Água no Solo na ordem dos 240 mm e 220 mm, de forma a se conhecer toda a curva de variação do Potencial Hídrico de Base, correspondente a valores de água no solo com interesse para a cultura: valores de conforto e *stress* moderado para o solo em estudo.

4.2.2. Uniformidade da rega

A partir dos valores do débito do sistema de rega gota-a-gota (Quadro 13) estimou-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen: 92%. A partir deste coeficiente conclui-se que a uniformidade de rega é elevada.

Quadro 13 - Valores médios de débito de rega, por estação.

Casta	Estação	Dotação após 15 segundos (ml)	Débito (l/h)
Alvarinho	Alta	11,07	2,66
	Média-Alta	10,93	2,62
	Média-Baixa	10,33	2,48
	Baixa	10,92	2,62
Viosinho	Alta	11,67	2,80
	Média-Alta	11,33	2,72
	Média-Baixa	8,83	2,12
	Baixa	10,50	2,52
Encruzado	Alta	9,93	2,38
	Média	9,75	2,34
	Baixa	10,25	2,46
Arinto	Alta	10,25	2,46
	Média	10,42	2,50
	Baixa	10,17	2,44
Média Total		10,46	2,51

Observaram-se valores médios de débito de 2,51 l/h, variando entre 1,2 l/h de dotação mínima e 3,6 l/h de dotação máxima (Quadro 25 – Anexo IV).

4.3. A magnitude da variabilidade e o efeito topográfico

De seguida analisar-se-ão com maior pormenor os resultados que foram considerados estatisticamente significativos para cada uma das castas em estudo. A leitura dos Gráficos resultantes deverá ser feita tendo em conta que o eixo das abcissas – a Distância do início da linha (m) – é contabilizado de Norte para Sul, ou seja, nas condições em estudo, da zona com altitude superior para a zona com altitude inferior. Nos gráficos estão representados os valores médios referentes a cada estação assim como o desvio padrão associado.

4.3.1. Alvarinho

A casta Alvarinho é a casta que apresenta maior variabilidade, destacando-se seis variáveis onde as diferenças entre estações são significativas (Quadros 19, 20, 21, 22 e 23 – Anexo III): Altura do tronco, número de cachos, peso dos cachos, produtividade obtida, superfície foliar exposta e fenologia. Quanto à magnitude desta variabilidade independentemente da posição topográfica, esta observa-se elevada, como demonstrado pela estatística descritiva.

Estatística Descritiva

Com a análise descritiva poder-se-á averiguar a variabilidade espacial existente na casta Alvarinho assim como a sua magnitude. Como mencionado, o parâmetro com maior relevância nesta discussão será o Coeficiente de Variação, indicador da variabilidade espacial das diferentes variáveis.

Segundo os dados observados no Quadro 15 (Anexo II) podem-se retirar as seguintes conclusões:

- Das 26 variáveis avaliadas, 17 apresentam C.V. iguais ou superiores a 10%, indicando uma elevada variabilidade da casta Alvarinho, em termos gerais.
- Destas 17 variáveis destacam-se 4 com valores de C.V. superiores a 30%: O número de cachos, a Produtividade obtida e a AFE/kg fruto à floração e ao pintor, com 35%, 53%, 102% e 117%, respetivamente.

Em todos os 4 casos esta variabilidade tem grandes consequências no final de campanha, indicando elevada variabilidade tanto na produção propriamente dita, como também, possivelmente na qualidade, tendo em conta a AFE/kg fruto. No entanto, isto não se verifica, observando-se C.V. baixos (entre 1 a 5 %) nas variáveis representativas da qualidade estudadas (Grau Brix, pH e Acidez total), indicando que, neste caso, não é a AFE/kg fruto o fator que mais influencia a qualidade do produto final.

O efeito topográfico na variabilidade

Fenologia

Verificaram-se diferenças significativas (Quadros 22 e 23 – Anexo III) desde dia 18 de Março a 5 de Maio e a 19 de Maio, respetivamente, da 1ª semana à 8ª semana, inclusive, e na 10ª semana. Havendo sempre uma tendência, nesta casta, para que a estação Alta apresentasse valores superiores (num estado fenológico mais avançado) que as restantes, especialmente em relação às estações mais baixas. A partir da floração houve uma estabilização da fenologia da planta, deixando de haver casos significativos para a casta Alvarinho.

A tendência da variação dos valores da fenologia sugere uma relação com a posição topográfica, mais concretamente, com a altitude. Com diferenças mínimas de altitude de 2,254m e máximas de 9,26m (Quadro 11) durante o período da 1ª semana à 10ª semana, aproximadamente, a Estação Alta apresentou um desenvolvimento mais acelerado que as restantes estações, possivelmente por motivos de variação de temperatura.

Altura do tronco

Verificaram-se diferenças significativas (Quadro 19 – Anexo III) entre a estação **Alta** e a estação **Baixa**, para $p\text{-value} < 0,05$, sendo que na estação Alta a média é superior (0,74m) à da estação Baixa (0,69m). Variando entre 0,65m de altura mínima e 0,74m de altura máxima (Fig. 19).

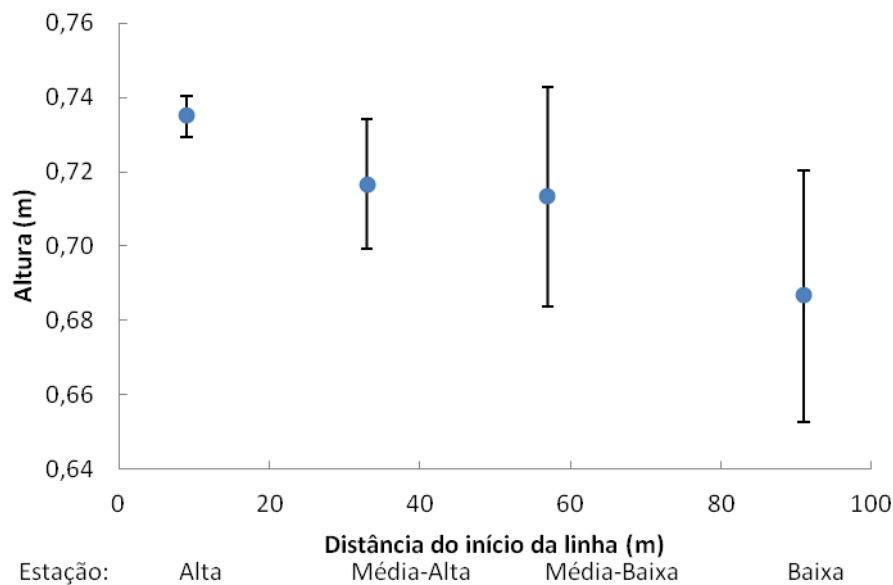


Figura 20 – Média e desvio padrão da altura do tronco ao longo da linha, na casta Alvarinho.

A altura do tronco é um exemplo de variabilidade provocada pelo Homem, sendo definida ao longo dos primeiros anos após a instalação da vinha, durante a poda de formação. É um caso em que é impossível assumir que esta variabilidade é influenciada por fatores abióticos, devido ao facto de ser primeiramente e maioritariamente influenciada pelo operador.

A sua variabilidade poderá ter importância caso existam outras variáveis com tendências semelhantes ao longo da encosta

Independentemente das causas, a variação significativa da altura do tronco, quando não acompanhada pela variação da altura dos arames de apoio pode, em casos mais extremos, pôr em causa a arquitetura da sebe. Isto é, estando a altura do tronco abaixo da altura do primeiro arame, a distância da mesma até ao último arame é superior quando comparando com um caso contrário, deste modo aumentando a altura potencial da sebe, podendo-se estar a exigir que a planta cresça mais que as restantes.

SFE ao Pintor

Verificaram-se diferenças significativas (Quadro 21 – Anexo III) entre a estação **Alta** e as estações **Baixa** e **Média-Alta** e entre a estação **Média-Baixa** e a estação **Média-Alta**, para $p\text{-value}<0,05$, sendo que na estação Alta a média é superior (9533,33 m²/ha) à da estação Média-Alta (8513,33 m²/ha) e à da estação Baixa (8806,66 m²/ha) e a média da estação Média-Baixa (9220 m²/ha) é superior à da estação Média-Alta (Fig. 20).

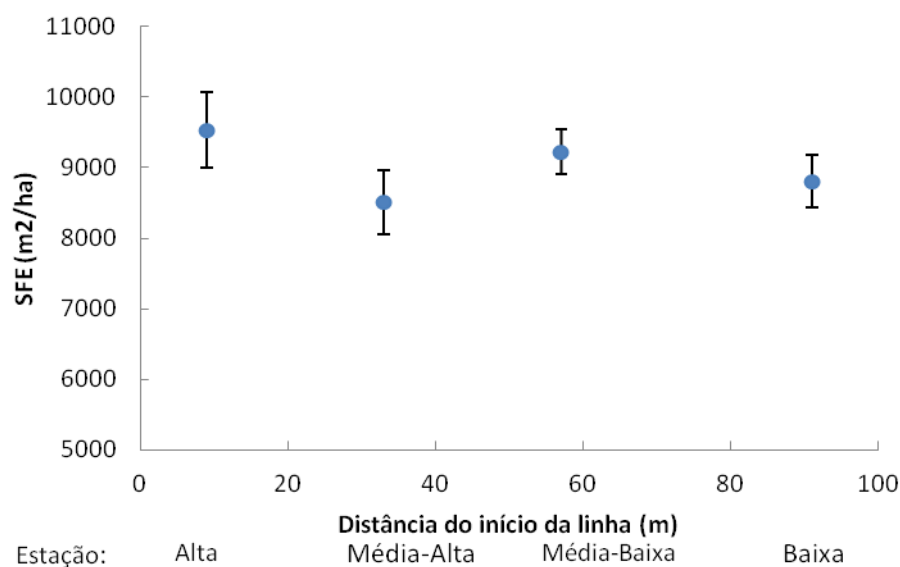


Figura 21 - Média e desvio padrão da superfície Foliar Exposta (ao Pintor) ao longo da linha, casta Alvarinho.

A superfície foliar exposta tem um papel muito importante na quantidade de carbono assimilado pela planta, o que pode trazer consequências quanto à Produtividade Obtida. Este facto é verificado pelas análises seguintes.

Número de cachos

Verificaram-se diferenças significativas (Quadro 19 – Anexo III) entre a estação **Média-Baixa** e a estação **Média-Alta**, para $p\text{-value}<0,05$, sendo que na estação Média-Baixa a média é superior (33,3 cachos por videira) à da estação Média-Alta (19,5 cachos por videira). Variando entre um máximo de 50 cachos e um mínimo de 9 cachos (Fig. 21).

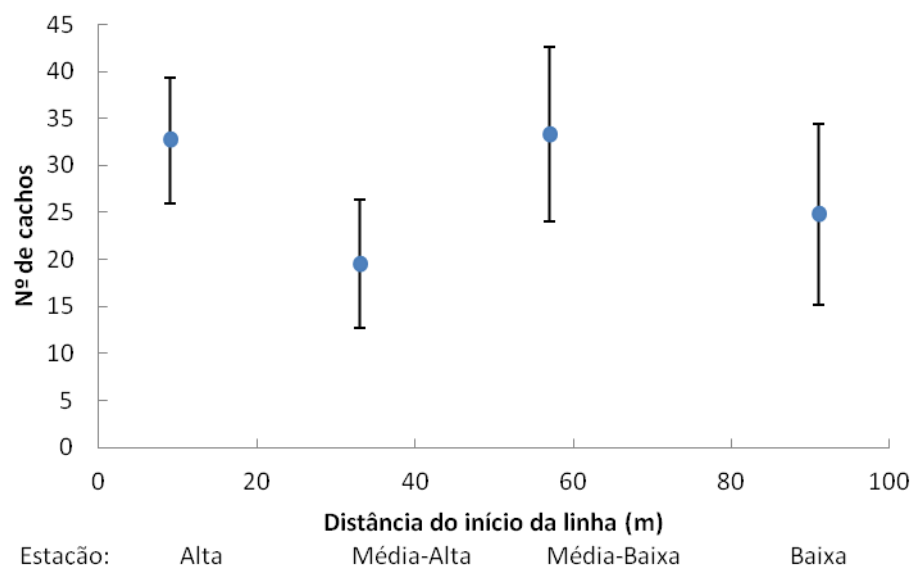


Figura 22 - Média e desvio padrão do número de cachos ao longo da linha, casta Alvarinho.

A variação no Número de cachos tem implicações muito relevantes na produtividade final, sendo um dos componentes de rendimento para o seu cálculo, juntamente com o peso dos cachos. Caso o peso dos cachos fosse relativamente constante (o que não acontece nesta casta) então a produtividade variaria da mesma forma que o número de cachos. A tendência desta variação, no entanto, não está correlacionada com a variação da altitude, isto é, não tem uma variação linear. Posto isto é impossível assumir-se que é a variação da altitude que faz variar o número final de cachos mas sim a variação individual de cada videira, independentemente da sua posição, por razões relacionadas com outras variações ambientais localizadas.

Peso dos cachos

Verificaram-se diferenças significativas (Quadro 19 – Anexo III) entre a Estação **Média-Baixa** e a estação **Média-Alta**, para $p\text{-value} < 0,05$, sendo que na estação Média-Baixa a média é superior (121,87g por cacho) à da estação Média-Alta (82,62g por cacho). Variando entre um máximo de 143,9g de peso médio por cacho por videira e um mínimo de 30,9g de peso médio por cacho por videira (Fig. 22).

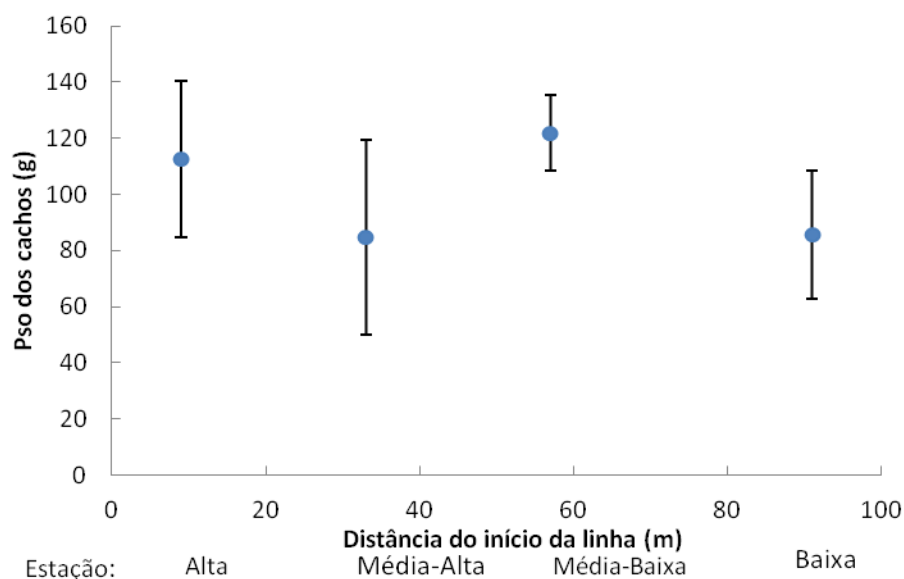


Figura 23 - Média e desvio padrão do peso por cacho ao longo da linha, casta Alvarinho.

A variação do Peso dos Cachos, tal como no Número de Cachos, tem implicações diretas na Produtividade final da videira. Neste caso, a tendência da sua variação é semelhante à do Número de cachos, ou seja, as estações com maior número de cachos são também as que têm os cachos mais pesados e vice-versa, originando discrepâncias significativas entre as plantas com maior produção e as com menor produção como é possível observar no ponto seguinte (Produtividade Obtida).

Observa-se também que a tendência da variação do número de cachos e do peso dos cachos é igual à da SFE ao Pintor, reforçando a importância da SFE na produtividade final.

Produtividade Obtida

Verificaram-se diferenças significativas (Quadro 20 – Anexo III) entre a Estação **Média-Baixa** e a estação **Média-Alta**, para $p\text{-value} < 0,05$, sendo que na estação Média-Baixa a média é superior (4,11 kg/planta) à da estação Média-Alta (1,83 kg/planta). Variando entre uma produtividade máxima de 6,38 kg/planta e uma produtividade mínima de 0,28 kg/planta (Fig. 23).

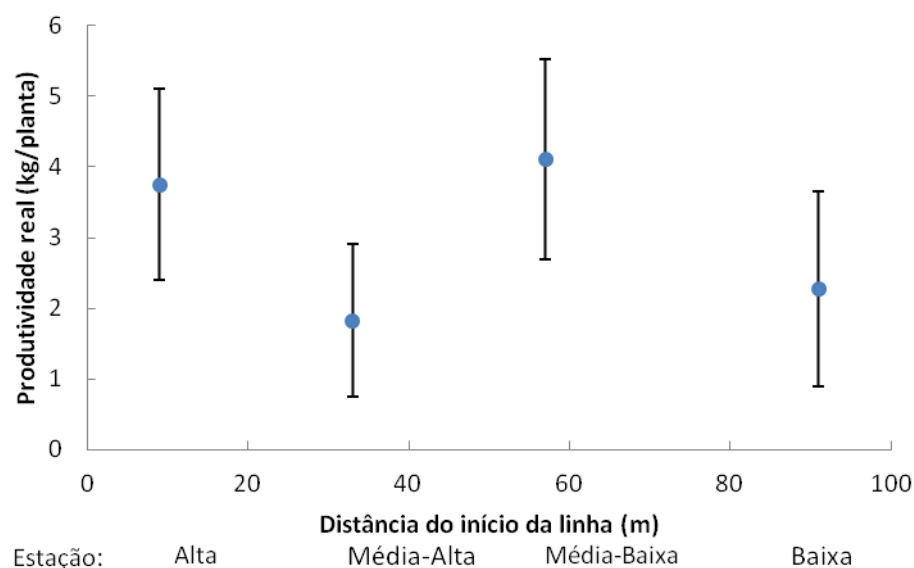


Figura 24 - Média e desvio padrão da produtividade obtida ao longo da linha, casta Alvarinho.

Resultando da multiplicação entre o Peso dos Cachos e o Número de Cachos, é de esperar que a Produtividade Obtida apresente a mesma tendência dos anteriores. Em ambas as estações que apresentam diferenças estatisticamente significativas (Média-Alta e Média Baixa) existem dois *outliers*, tratando-se respetivamente de duas plantas com desenvolvimento e produtividades muito abaixo da média: na estação Média Alta (L25_6_1 com 0,741 kg de produção e L25_6_5 com 0,278 kg de produção), e duas plantas com desenvolvimento e produtividades muito acima da média na estação Média Baixa (L25_10_4 com 6,38 kg de produção e L25_10_5 com 5,32 kg de produção). Estes quatro casos com resultados atípicos levam a que existam diferenças significativas entre estas estações. Este tipo de variabilidade poderia ser validado caso existisse um maior número de amostras.

Apesar de existirem diferenças significativas entre estações com diferentes posições topográficas, devido à sua variação ao longo da linha é impossível assumir que a variabilidade da SFE ao pintor, do Número de Cachos, do Peso dos Cachos e da Produtividade Obtida está relacionada com a posição topográfica

4.3.2. Viosinho

A casta Viosinho é a casta que apresenta menor variabilidade ao longo da encosta, havendo apenas três casos onde foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre estações (Quadros 19, 21 e 23 – Anexo III): Altura do tronco, SFE à floração e fenologia. No entanto, a

magnitude da variabilidade, independentemente da posição topográfica, observa-se elevada, como demonstrado pela estatística descritiva.

Estatística Descritiva

Com a análise descritiva poder-se-á averiguar a variabilidade espacial existente na casta Viosinho assim como a sua magnitude. Como mencionado, o parâmetro com maior relevância nesta discussão será o Coeficiente de Variação, indicador da variabilidade espacial das diferentes variáveis.

Segundo os dados observados no Quadro 16 (Anexo II) podem-se retirar as seguintes conclusões:

- Das 26 variáveis avaliadas, 15 apresentam C.V. iguais ou superiores a 10%, indicando uma elevada variabilidade da casta Viosinho.
- Destas 15 variáveis destacam-se 3 com valores de C.V. superiores a 30%: a Produtividade obtida e a AFE/kg fruto à floração e ao pintor, com 32%, 44% e 47%, respetivamente.

Tal como na casta Alvarinho, a casta Viosinho apresenta C.V. muito elevados na Produtividade obtida e AFE/kg fruto à floração e ao pintor, nos dois últimos casos não havendo, mais uma vez, consequências diretas na qualidade. Isto é, as variáveis que refletem a mesma apresentam C.V. baixos (<10%).

O efeito topográfico na variabilidade

Fenologia

Verificaram-se diferenças significativas (Quadro 23 – Anexo III) nos dias 2 de Junho e 1 de Julho, respetivamente, na 20ª semana e na 24ª semana, para $p\text{-value} < 0,05$. No primeiro caso a estação **Baixa** apresentou valores mais baixos (um estado de desenvolvimento fenológico menos avançado) que as restantes três estações. No segundo caso, a estação **Baixa** teve valores significativamente diferentes da estação **Média-Alta**, em que a primeira já se encontrava no Pintor (BBCH 81) ao contrário da última (BBCH 79).

Apesar das diferenças irem de acordo com a variação da altitude, estes acontecimentos deram-se em apenas duas ocasiões ao longo do ciclo, sendo pouco conclusivas quanto à influência deste variação topográfica. Considera-se, portanto, que não existem diferenças significativas quanto à fenologia na casta Viosinho, evidenciando ainda mais a sua homogeneidade nas condições em estudo.

Altura do tronco

Verificaram-se diferenças significativas (Quadro 19 – Anexo III) entre a estação **Baixa** e as estações **Alta** e **Média-Alta**, para $p\text{-value}<0,05$, sendo que na estação Baixa a média é superior (0,77m) à da estação Alta e Média-Alta (ambas com 0,73m). Variando entre 0,7m de altura mínima e 0,81m de altura máxima (Fig. 24).

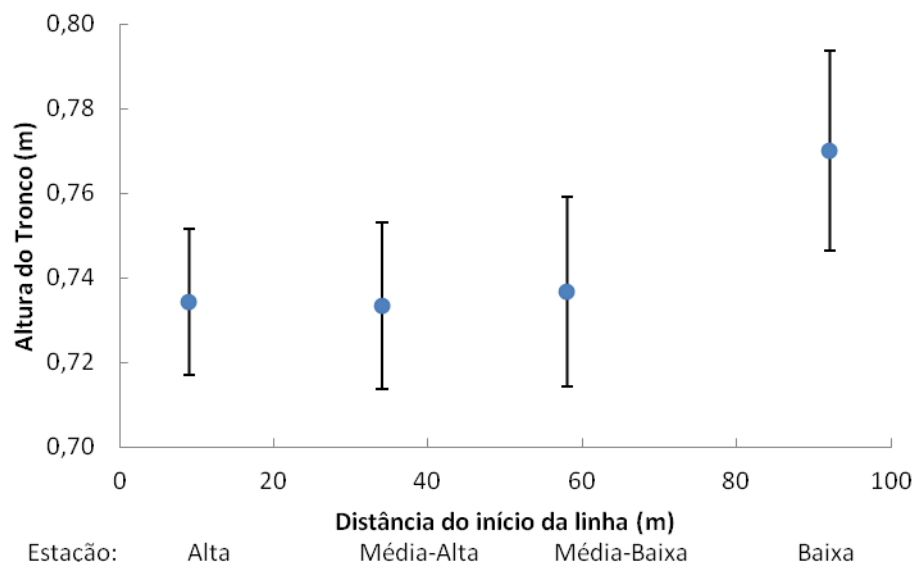


Figura 25 - Média e desvio padrão da altura do tronco ao longo da linha, casta Viosinho.

No caso da casta Viosinho, a altura do tronco apresenta uma tendência maioritariamente crescente ao longo do declive. Isto é, superior na zona topográfica mais baixa e inferior na mais alta e média-alta.

Mais uma vez destaca-se a altura do tronco como um parâmetro cuja variabilidade é principalmente provocada pelo Homem, não sendo possível tirar conclusões da sua interação com a variação da topografia.

SFE à floração

Verificaram-se diferenças significativas (Quadro 21 – Anexo III) entre as estações **Alta** e **Baixa** e a estação **Média-Alta**, para $p\text{-value}<0,05$, sendo que nas estações Alta e Baixa a média é superior (10502,86 m²/ha e 10786,67 m²/ha, respetivamente) à da estação Média-Alta (9333,33 m²/ha). Variando entre o valor mais baixo de 8360 m²/ha e o mais alto, 11840 m²/ha (Fig. 25).

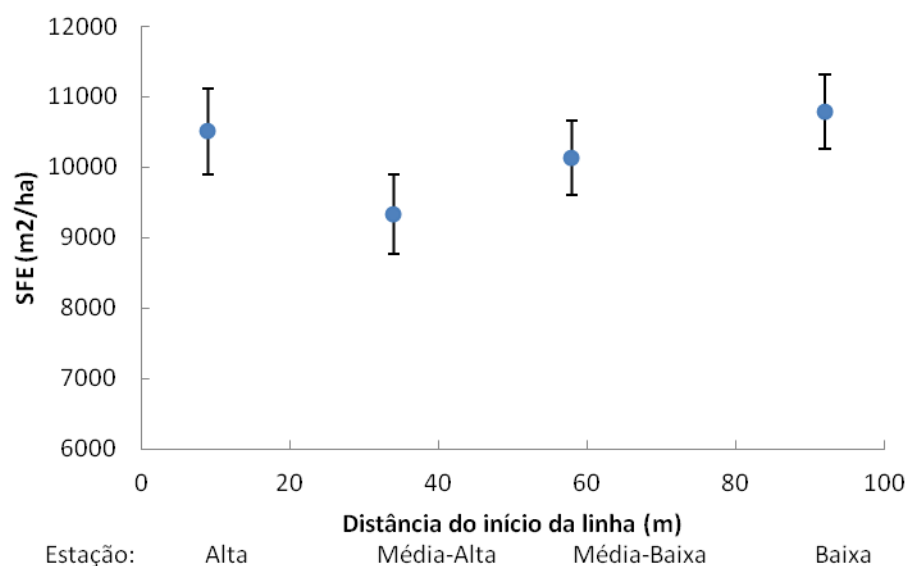


Figura 26 - Média e desvio padrão da superfície foliar exposta (à floração) ao longo da linha, casta Viosinho.

Verificando-se que as estações das extremidades (Alta e Baixa) apresentam valores de SFE (à floração) superiores a uma das intermédias (Média-Alta) é impossível assumir que existe uma tendência relacionada com a variação da posição topografia. De facto, esta significância não se verifica na SFE ao pintor, indicando que os desequilíbrios existentes no desenvolvimento vegetativo à floração foram compensados, não existindo numa fase de desenvolvimento mais avançada e não tendo implicações no resultado final.

4.3.3. Encruzado

A casta Encruzado apresentou uma heterogeneidade média ao longo da encosta em comparação com as restantes castas. Verificaram-se diferenças significativas entre estações (Quadros 21, 22 e 23 – Anexo III) nos seguintes parâmetros: Área Foliar à pré-floração, Superfície Foliar Exposta à floração, Superfície Foliar Exposta ao pintor e Fenologia. Já a magnitude desta variabilidade, independentemente da posição topográfica é novamente elevada, como demonstrado pela estatística descritiva.

Estatística Descritiva

Com a análise descritiva poder-se-á averiguar a variabilidade espacial existente na casta Encruzado assim como a sua magnitude. Como indicado, o parâmetro com maior relevância nesta discussão será o Coeficiente de Variação, indicador da variabilidade espacial das diferentes variáveis.

Segundo os dados observados no Quadro 17 (Anexo II) podem-se retirar as seguintes conclusões:

- Das 26 variáveis avaliadas, 17 apresentam C.V. iguais ou superiores a 10%, indicando uma elevada variabilidade da casta Encruzado.
- Destas 17 variáveis destacam-se 3 com valores de C.V. superiores a 30%: a Produtividade obtida e a AFE/kg fruto à floração e ao pintor, com 31%, 39% e 36%, respetivamente.

Tal como nas castas anteriores, destacam-se as mesmas variáveis evidenciando novamente a variabilidade que existe na produtividade final assim como na quantidade de superfície foliar exposta disponível para cada cacho, sem repercussões nas variáveis de qualidade avaliadas.

O efeito topográfico na variabilidade

Fenologia

Até à floração verificaram-se diferenças significativas (Quadro 22 e 23 – Anexo III) desde dia 18 de Março a 30 de Abril e a 19 de Maio, respetivamente, da 1ª semana à 7ª semana, inclusive, e na 10ª semana. A partir da floração (13ª semana), existiram diferenças significativas nos dias 12 de Maio, 28 de Maio e 7 de Julho, respetivamente 17ª semana, 19ª semana e 25ª semana. Em quase todos os casos, com exceção à 19ª semana, a estação **Alta** apresentou valores mais baixos ou que a estação **Média** ou que a estação **Baixa**, verificando-se uma tendência de atraso quanto ao desenvolvimento fenológico em zonas de altitude superior na casta Encruzado. Destaca-se ainda a entrada no Pintor durante a 25ª semana apenas das estações Médias e Baixas, com um atraso de uma semana para a estação Alta.

Como aconteceu nas restantes castas, a partir do pintor houve uma estabilização da fenologia da planta, deixando de haver casos significativos que diferenciasssem o desenvolvimento fenológico entre estações.

AF pré-floração

Verificaram-se diferenças significativas (Quadro 21 – Anexo III) entre as estações **Média** e **Baixa** e a estação **Alta**, para $p\text{-value} < 0,05$, sendo que na estação Média e Baixa as médias são superiores (5,08 m² e 5,39 m², respetivamente) às da estação Alta (3,97 m²). Variando entre o valor mais baixo de área foliar de 3,31 m² e o valor mais alto de 6,75 m² (Fig. 26).

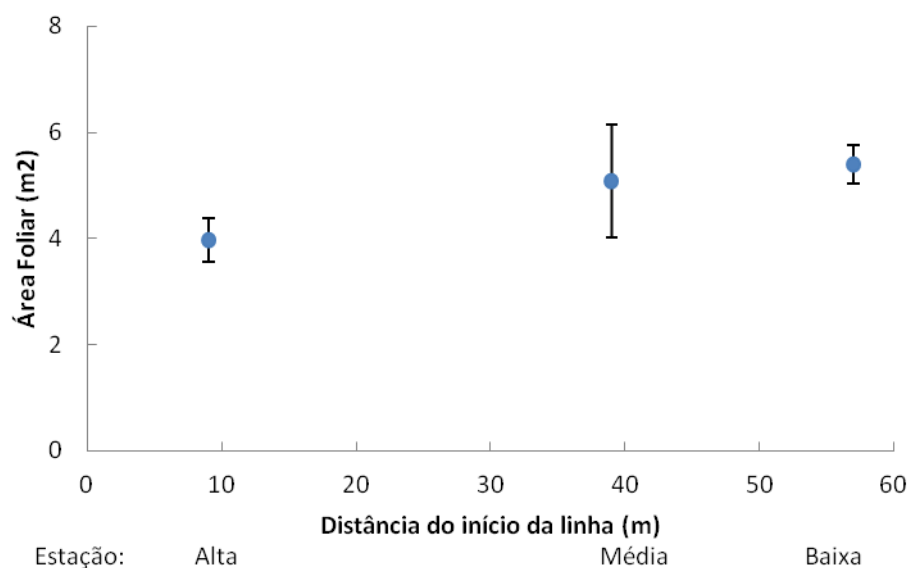


Figura 27 - Média e desvio padrão da área foliar (pré-floração) ao longo da linha, casta Encruzado.

Verifica-se uma tendência na variação dos valores de AF à pré-floração que vão de acordo com a variação da altitude de forma negativa. Isto é, quanto mais baixa a altitude maior a AF, mais concretamente, uma variação de -2,145m da altitude aparenta ser suficiente para que haja resultados significativos.

Caso esta tendência se mantivesse ao longo do ciclo poderiam existir consequências quanto à SFE e consequentemente na AFE/kg fruto, indicando que em zonas de altitude inferiores haveria maior desenvolvimento da sebe para a mesma produção de fruto, possibilitando implicações na qualidade da produção, assumindo que a produtividade fosse constante (o que é uma realidade nesta casta). No entanto, esta tendência deixou de existir a partir da floração, verificando-se uma estabilidade quanto à AF até ao final do ciclo.

SFE à floração

Diferenças significativas entre a estação **Baixa** e as estações **Média** e **Alta**, para $p\text{-value} < 0,05$, sendo que nas estação Baixa a média é superior (8593,33 m²/ha) à das estações Média e Alta (7813,33 m²/ha e 7280 m²/ha, respetivamente). Variando entre o valor mais baixo de 6960 m²/ha e 9200 m²/há (Fig. 27).

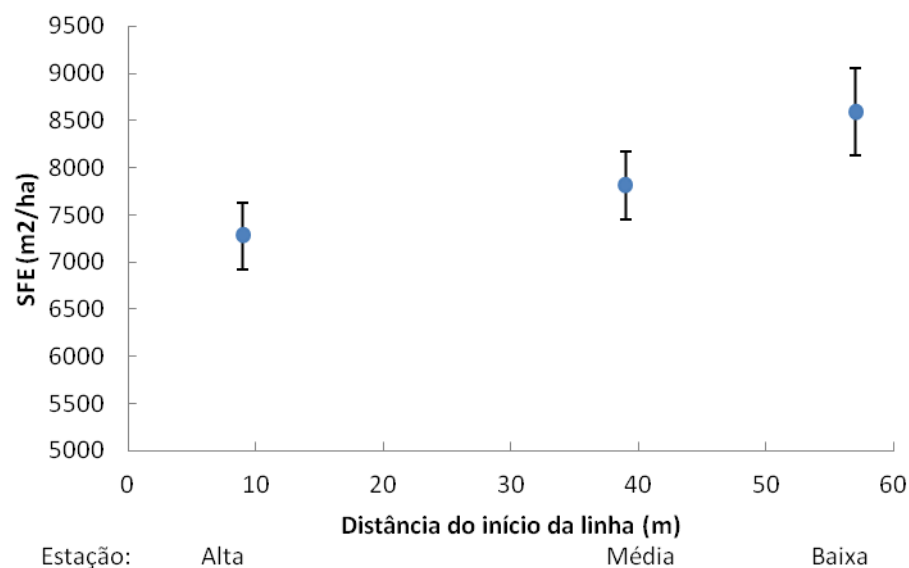


Figura 28 - Média e desvio padrão da superfície foliar exposta (à floração) ao longo da linha, casta Encruzado.

SFE ao pintor

Verificaram-se diferenças significativas (Quadro 21 – Anexo III) entre as estações **Média** e **Baixa** e a estação **Alta**, para $p\text{-value} < 0,05$, sendo que nas estações Baixa e Média as médias de SFE são superiores (9993,33 m²/ha e 10028 m²/ha, respetivamente) às da estação Alta (8793,33 m²/ha). Variando entre o valor mais baixo de 8400 m²/ha e 10880 m²/ha (Fig. 28).

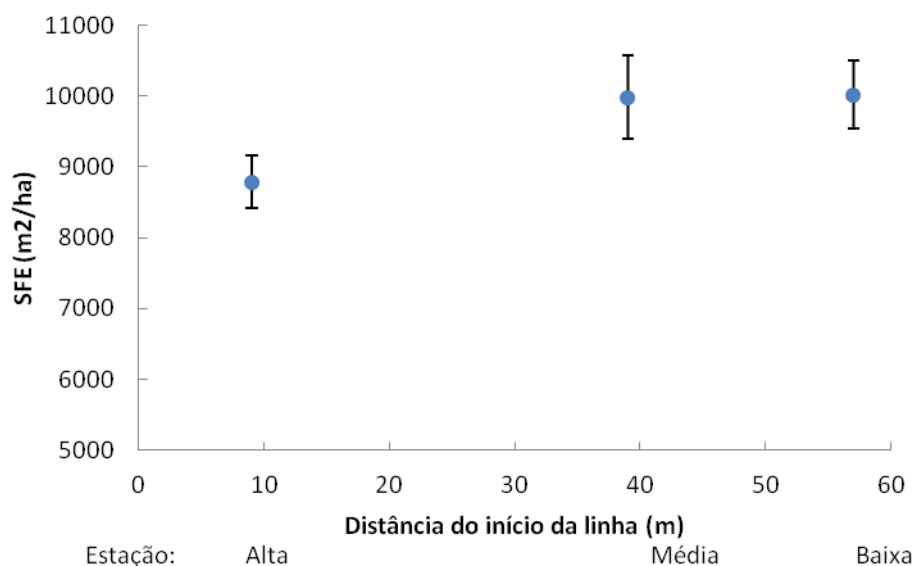


Figura 29 - Média e desvio padrão da superfície foliar exposta (ao Pintor) ao longo da linha, casta Encruzado.

Quanto à Superfície Foliar Exposta na casta Encruzado, tanto à Floração como ao Pintor, a tendência mantém-se relativamente igual, no primeiro caso havendo uma superioridade na estação Baixa em relação à Alta e Média (diferença de altitude máxima de 5,71m em relação ao ponto mais alto da linha (Quadro 11)) e no segundo caso havendo superioridade da estação Baixa e Média em relação à Alta (diferença de altitude máxima de 3,82m (Quadro 11)). Em ambos os casos verifica-se um prevalecimento da zona de altitude mais baixa quanto ao desenvolvimento do Perímetro da Sebe.

No cálculo da SFE é a altura da sebe que tem maior impacto, sendo contabilizada duplamente (ambos os lados da sebe) no cálculo do perímetro exposto. Desta forma, a variação observada da SFE é principalmente fruto da variação da altura da sebe, sugerindo que esta é superior em zonas de altitudes mais baixas e inferior em zonas de altitudes mais altas, para a casta Encruzado, nas condições em estudo. Tal tendência poderá levar, em casos mais extremos, a que, por exemplo, exista uma maior necessidade de despona em zonas de altitude inferior ou, em casos menos extremos como acontece nas estações em estudo, a um melhor aproveitamento da área de exposição solar disponível nestas zonas, havendo maior percentagem de plantas a chegarem à altura do último arame de apoio e com maior rapidez.

4.3.4. Arinto

A casta Arinto apresentou uma heterogeneidade elevada ao longo da encosta em comparação com as restantes castas. Verificaram-se diferenças significativas entre estações (Quadros 19, 20 e 23 – Anexo III) nas seguintes variáveis: Número de talões, altura do tronco, percentagem de abrolhamento, percentagem de ladrões e fenologia. É também na casta Arinto que se observa o maior número de variáveis com C.V. muito elevado (>30%), evidenciando-a como a casta cuja variabilidade espacial apresenta maior magnitude, independentemente da posição topográfica.

Estatística Descritiva

Com a análise descritiva poder-se-á averiguar a variabilidade espacial existente na casta Arinto assim como a sua magnitude. Como indicado, o parâmetro com maior relevância nesta discussão será o Coeficiente de Variação, indicador da variabilidade espacial das diferentes variáveis.

Segundo os dados observados no Quadro 18 (Anexo II) podem-se retirar as seguintes conclusões:

- Das 26 variáveis avaliadas, 18 apresentam C.V. iguais ou superiores a 10%, indicando uma elevada variabilidade da casta Arinto.

- Destas 18 variáveis destacam-se 7 com valores de C.V. superiores a 30%: a Percentagem de Ladrões, o Número de cachos, o Peso dos Cachos, a Percentagem de Abrolhamento, a Produtividade obtida e a AFE/kg fruto à floração e ao pintor, com 56%, 41%, 36%, 36%, 37%, 50% e 49%, respetivamente.

A casta Arinto apresenta o maior número de variáveis com C.V. superior a 30% entre todas as castas em estudo, refletindo uma elevada variabilidade espacial.

Dentro destas variáveis encontram-se novamente as três que também apresentaram elevados valores de C.V. nas restantes castas: a Produtividade obtida e a AFE/kg fruto à floração e ao pintor. Mais uma vez a última não teve consequências observáveis nas variáveis de qualidade avaliadas.

O efeito topográfico na variabilidade

Fenologia

Diferenças significativas, para $p\text{-value} < 0,05$, apenas no dia 9 de Junho (21ª Semana), em que a estação **Alta** apresenta valores significativamente superiores às estações **Média** e **Baixa**.

Apesar das diferenças irem de acordo com a variação da altitude na encosta, este acontecimento deu-se em apenas uma ocasião ao longo do ciclo, sendo muito pouco conclusivo quanto à influência deste fator topográfico. Considera-se, portanto, que não existem diferenças significativas quanto à fenologia na casta Arinto.

Número de Talões

Verificaram-se diferenças significativas (Quadro 19 – Anexo III) entre a estação **Alta** e a estação **Baixa**, para $p\text{-value} < 0,05$, sendo que na estação Alta a média é superior (5,6 talões por videira) à da estação Baixa (4,5 talões por videira). Variando entre um máximo de 7 talões por videira e um mínimo de 4 talões (Fig. 31).

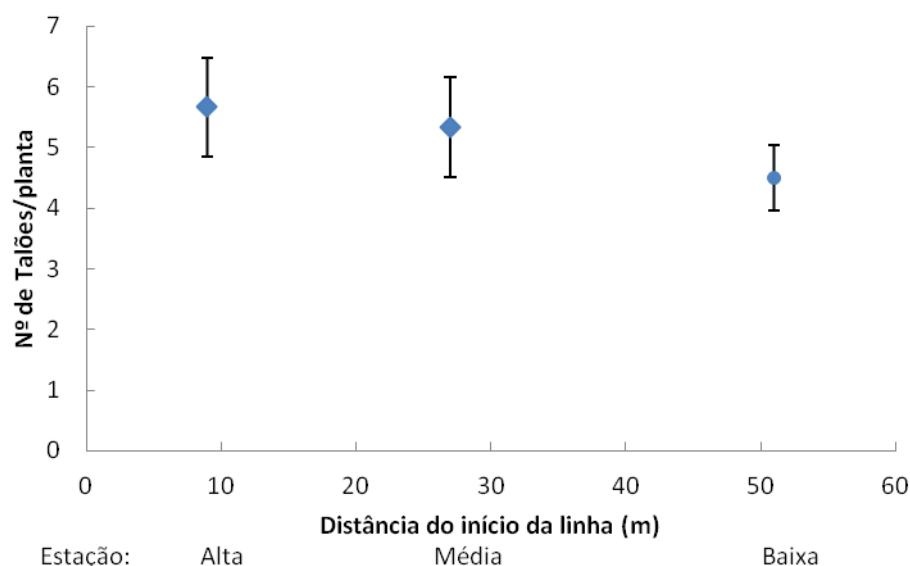


Figura 30 - Média e desvio padrão do número de talões por planta ao longo da linha, casta Arinto.

A casta Arinto apresenta uma tendência relativamente linear quanto ao Número de Talões nos braços da videira ao longo da encosta, verificando-se valores superiores na estação Alta em comparação à estação Baixa (diferença de altitude entre as estações de -4,15m (Quadro 14)). No entanto, tal como a Altura do Braço, o Número de Talões é influenciado totalmente pelo operador que, consoante o estado da planta e a carga a poda desejada seleciona os sarmentos que se irão tornar talões em produções futuras.

Desta forma não é possível assumir que é a posição topográfica das videiras que influencia o seu Número de Talões no braço, mas tal como na altura do tronco, a sua variabilidade poderá ter importância caso existam outras variáveis com tendências semelhantes ao longo da encosta.

Altura do tronco

Verificaram-se diferenças significativas (Quadro 19 – Anexo III) entre as estações **Baixa** e **Média** e a estação **Alta**, para $p\text{-value} < 0,05$, sendo que nas estações Baixa e Média a média é superior (0,77m e 0.80m, respetivamente) à da estação Alta (0,73m). Variando entre 0,7m de altura mínima e 0,83m de altura máxima (Fig. 32).

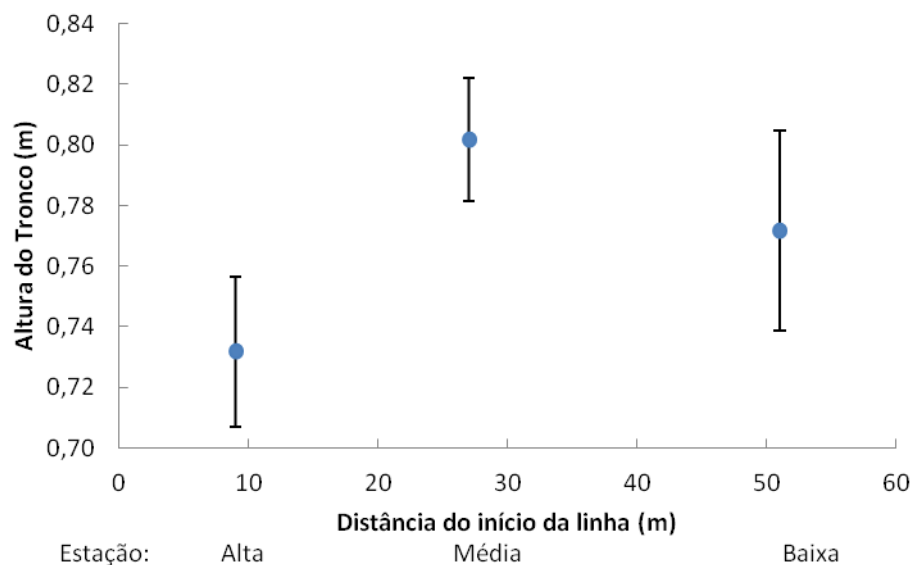


Figura 31 - Média e desvio padrão da altura do tronco ao longo da linha, casta Arinto.

No caso da casta Arinto, a Altura do tronco apresenta uma tendência maioritariamente crescente ao longo do declive. Isto é, superior na estação Baixa e Média e inferior na estação Alta. Não podendo ser associadas as suas diferenças com a sua posição topográfica devido à dependência desta variável na ação humana.

Percentagem de Abrolhamento

Verificaram-se diferenças significativas (Quadro 20 – Anexo III) entre a estação **Baixa** e a estação **Alta**, para $p\text{-value} < 0,05$, sendo que na estação Baixa a média é superior (1,23) à da estação Alta (0,74). Variando entre 0,36, como Percentagem de Abrolhamento mais baixo, e 1,88 como mais alta (Fig. 33).

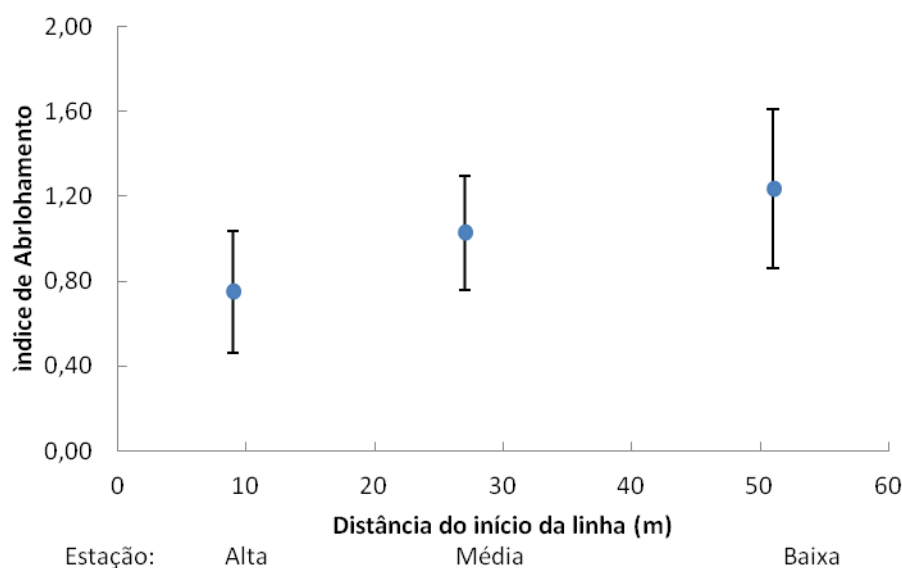


Figura 32 - Média e desvio padrão da percentagem de abrolhamento ao longo da linha, casta Arinto.

Na casta Arinto verifica-se um crescimento na Percentagem de Abrolhamento ao longo da encosta, observando-se diferenças significativas entre as duas extremidades da linha – a zona de altitude inferior e a zona de altitude superior –, com uma diferença de altitude de 4,15m entre ambas (Quadro 11).

Sendo a carga à poda relativamente constante ao longo da encosta constata-se que, nas condições em estudo, é o número de sarmentos que influencia principalmente o índice de abrolhamento. Isto é, observam-se menor número de sarmentos abrolhados na estação alta em comparação à estação baixa.

Percentagem de ladrões

Verificaram-se diferenças significativas (Quadro 20 – Anexo III) entre a estação **Alta** e as estações **Média** e **Baixa**, para $p\text{-value} < 0,05$, sendo que na estação Alta a média é superior (48,82%) à das estações Média e Baixa (18,61% e 27,68%, respetivamente). Variando entre 0% como Percentagem de Ladrões mais baixa e 70% como mais alta (Fig. 36).

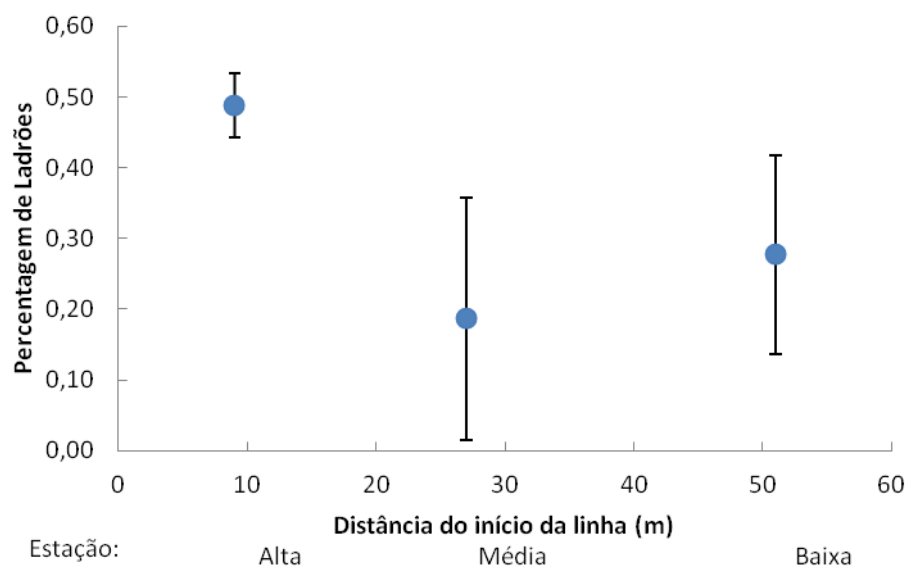


Figura 33 - Média e desvio padrão da percentagem de ladrões ao longo da linha, casta Arinto.

A Percentagem de Ladrões apresenta uma tendência contrária à da Percentagem de Abrolhamento. A estação com menor Percentagem de Abrolhamento (estação Alta) é também a estação com maior Percentagem de Ladrões. O que sugere que o facto de tanto a AF como a SFE nesta casta não terem diferenças significativas entre estações, poderá estar relacionado com a compensação que os ramos ladrões fazem na área foliar da estação Alta.

A partir destes resultados sugere-se que a realização do esladroamento seja feita com algum cuidado, para que em zonas de altitude superior, se deixem Sarmentos Ladrões suficientes para que haja a compensação da possível fraca percentagem de abrolhamento. Especialmente se desses ramos ladrões surgirem inflorescências.

5. Conclusões

O primeiro objetivo desta dissertação foi avaliar a magnitude da variabilidade espacial existente nas castas Alvarinho, Viosinho, Encruzado e Arinto, na vinha da Meia Encosta, no Instituto Superior de Agronomia. Após análise, verificou-se que, das 26 variáveis avaliadas, na casta Alvarinho encontraram-se 17 com um Coeficiente de Variação (C.V.) elevado (igual ou superior a 10%), 4 delas com valores muito elevados (iguais ou superiores a 30%). Na casta Viosinho encontraram-se 15 variáveis com valores de C.V. elevados, 3 delas com valores muito elevados. Na casta Encruzado encontraram-se 17 variáveis com valores de C.V. elevados, 3 delas com valores muito elevados. Na casta Arinto encontraram-se 18 variáveis com valores de C.V. elevados, 7 delas com valores muito elevados. Os resultados observados levam a concluir que a casta Arinto, nas condições em estudo, apresenta a variabilidade espacial ao longo da linha mais elevada e as castas Viosinho e Encruzado a mais baixa.

Em todas as castas, a Produtividade Obtida e a AFE/kg fruto à floração e ao pintor apresentaram valores de C.V. muito elevados. A razão desta variabilidade prende-se com o elevado número de variáveis com valores de C.V. elevados (15 a 18 em todas as castas) quando muitas dessas variáveis têm uma influência direta sobre o cálculo dos indicadores em questão. É importante referir que, apesar da elevada variabilidade da AFE/kg fruto, em todas as castas, esta não tem um impacto direto na variabilidade dos parâmetros representativos da qualidade (grau Brix, pH e acidez total), tendo estes apresentado valores de C.V. inferiores a 10% para as condições em estudo, em todos os casos.

Tendo em conta a extensão reduzida da vinha da Meia Encosta, é possível aferir que, caso a variabilidade encontrada seja semelhante em explorações de maiores dimensões, então, as suas consequências a nível económico serão mais significativas. Desta forma reforçando a ideia de que, quando possível, é recomendável a gestão desta variabilidade, nomeadamente através de técnicas de agricultura de precisão.

O segundo objetivo consistiu na avaliação do efeito da posição topográfica nas variáveis estudadas. Verificou-se que, com variações máximas de altitude de 9 metros, foi possível observar diversas evidências, em todas as castas – com exceção à casta Viosinho –, de que esta variação topográfica influencia o desenvolvimento, a produtividade e/ou a qualidade da vinha e da uva.

Assumiu-se que existia uma relação entre uma variável estudada e a posição topográfica, mais concretamente a variação de altitude, quando existia uma tendência linear desta variação em relação à variação da altitude, isto é, caso a variável em questão variasse, de forma crescente ou decrescente, ao longo da encosta.

Apesar da maioria dos resultados não ter implicações no produto final, com exceção da Produtividade obtida no Alvarinho, existem casos em que poderá ser aconselhável, para as condições em estudo e em áreas que viabilizem tais abordagens, existir uma gestão diferenciada das diferentes zonas topográficas ao longo do ciclo de forma a tirar o máximo proveito das operações culturais.

Identificaram-se os seguintes casos em que a posição topográfica se relacionou de forma significativa:

Alvarinho: Verificou-se que a Fenologia durante as primeiras 8 semanas após o início do desenvolvimento vegetativo, teve uma variação significativamente diferente (cerca de uma semana de diferença) entre a estação alta e as estações média e baixa, sendo que as videiras posicionadas em altitudes superiores tiveram desenvolvimentos mais precoces que as restantes. Este resultado refletiu-se num crescimento vegetativo mais avançado que fez com que esta estação tivesse sarmentos no primeiro arame de suporte mais cedo que as restantes. Após esta fase o desenvolvimento fenológico estabilizou, existindo homogeneidade até ao final do ciclo.

A casta Alvarinho foi também a que apresentou maior número de casos com variabilidade estatisticamente significativa. No entanto, esta variabilidade mostrou-se inconstante ao longo da encosta e não linear em relação à variação da altitude, sendo impossível assumir a sua interação.

Viosinho: Esta casta demonstrou ser a mais homogênea de todas as castas em estudo. Apesar de se terem observado alguns casos com diferenças significativas entre estações, nenhum dos casos teve variações correlacionadas com a posição topográfica.

Encruzado: Verificaram-se diferenças significativas entre estações – que variavam em simultâneo e de forma linear com a altitude – quanto à Área Foliar na pré-Floração, à Superfície Foliar Exposta na Floração e à Superfície Foliar Exposta no Pintor. Em qualquer um dos casos a estação mais Baixa teve valores superiores que as restantes estações. Dentro dos parâmetros que afetam a SFE é a altura da sebe que tem maior. Posto isto e para condições semelhantes, sugerem-se possíveis janelas de oportunidade diferentes para a despona da sebe consoante a posição topográfica – zonas mais baixas com despona mais precoce que zonas mais altas, caso se verifique esta tendência de forma acentuada.

Arinto: Verificaram-se diferenças significativas com variação linear ao longo da encosta quanto à Percentagem de Abrolhamento e quanto à Percentagem de Ladrões. Dentro dos parâmetros que afetam o primeiro índice foi o número de sarmentos abrolhados que teve maior influência na sua variação, observando-se valores significativamente superiores na estação mais Baixa em comparação

à mais Alta. No entanto, quanto à Percentagem de Ladrões observou-se uma tendência contrária – valores superiores na estação mais Alta em comparação à mais Baixa, o que pode explicar o facto de esta casta não ter apresentado diferenças significativas quanto à sua área foliar, podendo os sarmentos ladrões terem compensado a falta de sarmentos normais na estação Alta.

Em suma, na vinha estudada, consideram-se as castas Arinto e Alvarinho como as castas com maior variabilidade espacial, independentemente da posição topográfica. E as castas Arinto e Encruzado como as castas com maior sensibilidade à variação da posição topográfica.

Verificaram-se diferenças significativas na altura do tronco em 3 das 4 castas em estudo e no Número de Talões na casta Arinto. Em alguns destes casos, estas diferenças tinham variações lineares ao longo da variação da altitude, sendo noutras variáveis assumida a sua correlação. Contudo, sendo estes primeiramente influenciados pelo Homem é impossível assumir que existe influência da posição topográfica no seu comportamento. No entanto, esta variação observa-se, podendo ter influência, no caso da altura do tronco e em situações mais extremas, na arquitetura da planta.

Toda a restante variabilidade encontrada tem interesse numa perspetiva de Viticultura de Precisão, contudo sugere-se a realização de futuros trabalhos que incorporem dados de vinhas de diferentes localizações e amostras de maiores dimensões de forma a avaliar com maior exatidão o efeito da topografia na vinha como agente de variabilidade.

É importante referir que os resultados apresentados neste trabalho carecem em número de amostras. Isto é, de forma a validá-los e a possibilitar a sua generalização para diferentes condições ambientais, seria necessário existir um maior número de repetições e estas deveriam ser feitas em diferentes locais de forma a garantir que os resultados não fossem mascarados pela heterogeneidade dos fatores ambientais. Seria também enriquecedor repetir a experiência em diferentes anos, visto que as condições atmosféricas são sempre distintas.

Contudo, conclui-se que, para as condições em estudo, apesar das diferenças provocadas pelo efeito topográfico na vinha não afetarem significativamente e diretamente a qualidade, podem ter consequências na produtividade. Esta variabilidade pode também provocar descoordenações no desenvolvimento vegetativo da planta que caso seja tida em conta, uma gestão diferenciada pode maximizar o proveito de determinadas operações culturais, nomeadamente a despona e o esladramento, podendo consequentemente originar benefícios no produto final.

Bibliografia

- Basso, B. (2005). Digital Terrain Analysis: Data Source, Resolution and Applications for Modeling Physical Processes in Agroecosystems. *Rivista Italiana Di Agrometeorologia* 5, 5-14.
- Bohm, Jorge (2010). *Portugal Vitícola. O Grande Livro das Castas*. Lisboa, Chaves Ferreira Publicações, 234pp.
- Braga, Ricardo (2009). *Inovação e Tecnologia na Formação Agrícola. Manual de Viticultura de Precisão*. Lisboa, Associação dos Jovens Agricultores de Portugal.
- Bramley, R.G.V. (2004). Understanding variability in winegrape production systems 1. Within vineyard variation in quality over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10, 32–45.
- Bramley, R.G.V. (2005a). Understanding variability in winegrape production systems 2. Within vineyard variation in quality over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 11, 33–42.
- Bramley, R.G.V, Proffitt, A.P.B., Hinze, C.J., Pearse, B. e Hamilton, R.P. (2005b). Generating benefits from Precision Viticulture through selective harvesting. Stafford JV (ed.). *Proceedings of the 5th European Conference on Precision Agriculture, Wageningen*. Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands, 883-890.
- Bramley, R.G.V. (2009). Next step in Precision Viticulture – Spatial data for improved design of vineyard (re-)planting. *Grape and Wine Research & Development Corporation, CSIRO Sustainable Ecosystems*, 6-33.
- Bramley, R.G.V. (2010). Precision Viticulture: managing vineyard variability for improved quality outcomes. *Understanding and managing wine quality and safety*. Ed. A.G. Reynolds. Woodhead Publishing: Cambridge, 29-72
- Bramley, R.G.V., e Hamilton, R.P. (2004). Understanding variability in winegrape production systems. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10, 32–45.
- Bramley, R.G.V. e Hamilton, R.P. (2005). Hitting the zone – making viticulture more precise. *Proceedings of the 12th Australian Wine Industry Technical Conference*. Eds. R.J. Blair, P.J. Williams and I.S. Pretorius. Winetitles: Adelaide pp. 57-61.
- Bramley, R.G.V. e Hamilton, R.P. (2007). Terroir and Precision viticulture: are they compatible? *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 41, 1-8.
- Bramley, R.G.V. e Williams, S.K. (2007). Topographic variation – A key driver of variable vineyard productivity and wine quality. *Proceedings of the 13th Australian Wine Industry Technical Conference*. Eds. R.J. Blair, P.J. Williams and I.S.. Adelaide. Pp. 365-366.

- Brouwer, C., Goffeau, A. e Heibloem, M. (1985). *Irrigation Water Management: Training Manual No. 1 – Introduction to Irrigation – Chapter 3: Elements of Topography*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (URL: http://www.fao.org/docrep/r4082e/r4082e04.htm#chapter_3_elements_of_topography consultado a 31-10-2015).
- Cook S.E. e Bramley R.G.V. (1998). Precision agriculture – Opportunities, benefits and pitfalls. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 38: 753-763.
- Costa, J. (1979). *Caracterização e Constituição do solo*. 2ª ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 528pp.
- Cunha, N. C. S. (2000). Ordenamento da Tapada da Ajuda – Morfologia e Vegetação. *Relatório Final do Curso de Arquitetura Paisagista*. ISA/UTL, Lisboa.
- Domingues, F. A. A. – Topografia e astronomia de posição para engenheiros e arquitetos, Editora McGraw-Hill do Brasil, 1979, São Paulo, 403p.
- Gallant, J. e Wilson, J. (2000), *Terrain Analysis: Principles and Applications*, John Wiley & Sons, inc..
- Godwin, R.J., Richards, T.E., Wood, G.A., Welsh, J.P. e Knight, S.M. (2003). An economic analysis of the potential for precision farming in UK cereal production. *Biosystems Engineering* 84 533-545.
- Goldammer, T. (2015). *Grape Grower's Handbook*, Apex Publishers, 2ª ed., Centreville, Virginia, EUA. (URL: http://www.wine-grape-growing.com/wine_grape_growing/vineyard_site_selection/vineyard_site_selection_topography.htm consultado a 29-7-2015).
- Gomes, F. P. (1990). *Curso de estatística experimental*. 12ª ed. São Paulo: Nobel. 487p. Citado em Mohallen, D. F. et al. (2008). *Evaluation of the coefficient of variation as a precision measure in experiments with broilers*. Arquivo brasileiro de Medicina Veterinária e Zootécnia. Vol. 60 nº2. Belo Horizonte, Abril de 2008. (URL: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352008000200026&script=sci_arttext consultado a 11-01-2016).
- Hamilton, T.K. (2013). *Effects of topography on the spatial variation of landcover diversity and distribution in a prairie sandhill ecosystem*. Tese de Mestrado. Lethbridge, Alta.: University of Lethbridge, Dept. of Geography, c2013.
- Infovini (2015). *Produzir Viticultura, Videira, Porta-Enxertos* (URL: <http://www.infovini.com/classic/pagina.php?codPagina=52&codItem=118&flash> consultado a 20-11-2015).
- Instituto da Vinha e do Vinho (IVV) (2014). *Anuário 2014*. Ministério da Agricultura e do Mar. (URL: <http://www.ivv.min-agricultura.pt/np4/1736.html> consultado a 30-07-2015).

- Instituto Nacional de Estatística (INE) (2015). *Estatísticas Agrícolas 2014*. (URL: https://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=232643723&att_display=n&att_download=y consultado a 30-07-2015).
- International Organization of Vine and Wine (OIV) (2014). *State of the vitiviniculture world market 2014*. (URL: <http://www.oiv.int/oiv/info/enconjoncture> consultado a 30-07-2015).
- International Organization of Vine and Wine (OIV) (2015a). *Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis*, Edition 2015, Acids, Total Acidity. (URL: <http://www.oiv.int/oiv/files/6%20-%20Domaines%20scientifiques/6%20-%204%20Methodes%20d%20analyses/6-4-1/EN/OIV-MA-AS313-01.pdf> consultado a 12-11-2015).
- International Organization of Vine and Wine OIV (2015b). *Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis*, Edition 2015, Acids, pH. (URL: http://www.oiv.int/oiv/files/OIV-MA-AS313-15_EN.pdf consultado a 12-11-2015).
- International Organization of Vine and Wine (2015c). *World vitiviniculture situation 2015*. (URL: http://www.oiv.int/oiv/files/Report_Mainz_Congress_2015_OIV_EN.pdf consultado a 30-07-2015).
- IPMA (2015). *Boletim Climatológico Sazonal*. (URL: <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=-1> consultado a 23-11-2015).
- Johnson, H. (1989). *Vintage: The Story of Wine*. Simon and Schuster, 1ª ed., p.35.
- Kimberling, A., Buckley, A., Muehrcke, P. e Muehrcke, J. (2011). *Map Use: Reading Analysis Interpretation*, J P Pubns; 7ª ed. (p. 360).
- Lopes, C.M.A. e Pinto, P.A. (2005). Easy and accurate estimation of grapevine leaf area with simple mathematical models. *Vitis*. 44 (2):55-61.
- Lorenz, D.H., Eichhorn, K.W., Bleiholder, H., Klose, R., Meier, U. e Weber, E. (1995). Growth Stages of the Grapevine: Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*)—Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 1, 100–103.
- Matos, Isabel N. (1994). *Tapada da Ajuda – Evolução da Paisagem, Relatório Final de Curso de Arquitetura Paisagista*. ISA/UTL, Lisboa.
- McCuen, R.H. (1998). *Hydrologic Analysis and Design*, Prentice-Hall Inc, 3ª ed., 833 pp.
- Medina, J. (1973). *Os solos da Tapada da Ajuda sob utilização agrícola*. Trabalho realizado no âmbito do Projeto de Investigação Científica TLA/1, do Instituto de Alta Cultura, constituindo o Relatório da Atividade do aluno Estagiário do Curso de Engenheiro Agrónomo.

- Murisier F. e Zufferey V. (1997). Rapport feuille-fruit de la vigne et qualité du raisin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 29 (6), 355–362.
- NCBC (2015). *NCBC Climate Services Branch*. (URL: <http://www.ncdc.noaa.gov/> consultado a 25-11-2015)
- Proffitt, T., Bramley, R., Lamb, D. e Winter, E. (2006). *Precision Viticulture – a new era in vineyard management and wine production*. Winetitles: Adelaide, 90pp.
- Santos, Maria (2007). *Influência do sistema de condução nos prejuízos resultantes da traça-da-uva e da podridão-cinzenta nas castas Syrah e Trincadeira*. Dissertação de mestrado para obtenção de Engenheiro Agrónomo. ISA/UTL, Lisboa, 103pp.
- Sarmiento, A.M.L.F. (1969). *Elementos para a elaboração do plano de trabalho na Exploração Agrícola da Tapada da Ajuda*. Relatório Final do Curso de Engenheiro Agrónomo. ISA/UTL, Lisboa.
- Stajanko, D., Pulko, B. e Rakun, J. (2010). Possible application of differential global positioning system (DGPS) to harvesting date and precision viticulture. *African Journal of Biotechnology* 9, 8182–8191.
- Tisseyre, B., Ojeda, H. e Taylor, J. (2007). New Technologies and methodologies for site-specific viticulture. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 41, 63-76.
- Trought, M.C.T., Dixon, R., Mills, T., Greven, M., Agnew, R., Mauk, J.L. e Praat, J.P. (2008). The impact of differences in soil texture within a vineyard on vine vigour, vine earliness and juice composition. *Journal international des Sciences de la Vigne et du Vin* 42, 67-72.
- Trought, M.C.T. e Bramley, R.G.V. (2011). Vineyard variability in Marlborough, New Zealand: characterising spatial and temporal changes in fruit composition and juice quality in the vineyard: Spatial and temporal variation - Marlborough. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 17, 79–89.
- Williams, L.E. e Araújo, F.J. (2002). Correlations among Predawn Leaf, Midday Leaf and Midday Stem Water Potential and their correlations with other Measures of Soil and Plant Water Status in *Vitis vinifera*. Department of Viticulture and Enology, University of California. *Journal of the American Society for Horticulture Science*. 127(3): 448-454.
- Zevenbergen, L. W.e Thorne, C. R. (1987). Quantitative analysis of land surface topography. *Earth Surf. Process. Landforms*, 12:47–56. doi:10.1002/esp.3290120107.
- Zamski, E. (1996). Photoassimilate distribution in plants and crops – Source-Sink relationships. Department of Agricultural Botany, The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot, Israel. Mark Dekker Inc..

Anexo I

Quadro 14 - Operações culturais na vinha da Meia Encosta, 2015.

Data	Casta	Operação Cultural	Nome Comercial; S.A.; Conc. ou dose	Quantidade	Observações
Dezembro (2014)/Janeiro	Todas	Poda de talão			
18 e 19 de Fevereiro	Todas	Adubação de cobertura	Cloreto potássio (0:0:61)	50 kg K/hectare	
			Sulfato amónio (21:0:0)	50 kg N/hectare	
3 de Março	Todas	Aplicação Herbicida nas linhas	Touchdown_Glifosato_1,5 l/hl	350 l/ha	
27 de Março	Todas	1º Tratamento fitossanitário	Quadris Max_Azoxistrobina e Folpete_150 ml/hl	230 l/ha	Tratamento preventivo/curativo
			Score_Difenocozanol_50 ml/hl	230 l/ha	Tratamento preventivo/curativo
10 de Abril	Todas	2º Tratamento fitossanitário	Quadris Max_Azoxistrobina e Folpete_150 ml/hl	250 l/ha	Tratamento preventivo
			Thiovit - enxofre - 800 gr/hl	250 l/ha	Tratamento preventivo
15 e 21 de Abril	Todas	Corta-mato na entrelinha			
Abril	Todas	Baixar arames/Esladroar			
Abril	Todas	1º Esladramento/Baixar os arames			
24 e 27 de Abril	Todas	3º Tratamento fitossanitário	Ridomil Gold Combi_Folpete+metalaxil M_200 gr/hl	390 l/ha	Tratamento preventivo
			Thiovit_Enxofre_800 gr/hl	390 l/ha	Tratamento preventivo
			Zetaminol_18:11:8 (2)_100 gr/hl	390 l/ha	
Maio	Todas	Esladramentos/levantar arames			
Maio	Todas	Levantar arames/Esladroar			
8 de Maio	Todas	4º Tratamento fitossanitário	Ridomil Gold Combi_Folpete+metalaxil M_400 gr/hl	400 l/ha	Tratamento preventivo
			Thiovit_Enxofre_800 gr/hl	400 l/ha	Tratamento preventivo

			Zetaminol_18:11:8 (2)_100 gr/hl	400 l/ha	
			Stimufol K - NPK (B, Cu, Mn, Zn) - 400 gr/hl	400 l/ha	
26 de Maio	Todas	5º Tratamento fitossanitário	Pergado F_Folpete+mandipropamida_2,5 Kg/Hectare	400 l/ha	Tratamento preventivo
			Dinaly_Ciflufenamida+difenoconazol_65 ml/hl	400 l/ha	Tratamento preventivo
			Zetaminol_18:11:8 (2)_100 gr/hl	400 l/ha	
			Stimufol K - NPK (B, Cu, Mn, Zn) - 400 gr/hl	400 l/ha	
23 de Maio a 22 Junho	Todas	Limpeza com roçadora nas linhas			
Junho		1º Desponta			
12 de Junho	Todas	6º Tratamento fitossanitário	Pergado F_Folpete+mandipropamida _1,250 Kg/Hectare	400 l/ha	Tratamento preventivo
			Dinaly_Ciflufenamida+difenoconazol_65 ml/hectare	400 l/ha	Tratamento preventivo
1 de Julho	Todas	7º Tratamento fitossanitário	Talendo_Proquinazida_200 ml/hectare	500 l/ha	Tratamento preventivo
			Actara_Tiametoxane_200 gr/hectare	500 l/ha	Tratamento curativo
			Zetaminol_18:11:8 (2)_100 gr/hl	500 l/ha	
			Stimufol K_NPK (B, Cu, Mn, Zn)_400 gr/hl	500 l/ha	
1 a 15 de Julho		2º Desponta			
2 e 3 de Julho	Moscatel Galego	Colocação de rede protetora			
10 de Julho	Todas	Corta-mato na entrelinha			
	Todas, exceto				
27 de Julho	Moscatel Galego	8º Tratamento fitossanitário	Affirm_Emamectina_750 gr/hl	600 l/ha	Tratamento curativo
3 a 14 de Agosto	Moscatel Galego	Vindima (Venda)			955 Kg
24 a 31 Agosto	Moscatel Setúbal	Vindima (Venda)			2372 Kg
	Alvarinho, Viosinho e				13614 Kg
25 de Agosto	Encruzado	Vindima			5598 Kg
26 de Agosto	Arinto e Macabeu	Vindima			
					Produção Total 2015:
					22539 Kg
					Produtividade Média:
					13,26 ton/ha
					Produtividade Média:
					3,15 Kg/planta

Fonte: Eng^a. Ângela Baptista.

Anexo II

Quadro 15 - Estatística descritiva dos dados recolhidos no campo para a casta Alvarinho.

Alvarinho	Carga à poda	Nº de Sarmentos	Nº de Sarmentos Férteis	Nº de Talhões	Nº de Inflorescências	Altura do Tronco (m)	Diâmetro do Colo (mm)	Comprimento do Braço (m)	Nº de Cachos Final	Peso médio do bago (g)	Peso dos cachos (g)	Percentagem de Abrolhamento	Percentagem de Ladrões	Produtividade Obtida (ton/ha)	AFE/kg fruto (floração) m2/kg	AFE/kg fruto (pintor) m2/kg	AF Pré-Floração (m2)	AF Floração (m2)	AF Pintor (m2)	SFE Floração (m2/ha)	SFE Pintor (m2/ha)	Volume de Mosto (ml) 18-08-2015	Grau Brix 18-08-2015	Álcool previsto (%) 18-08-2015	pH 18-08-2015	Acidez Total (g/L ácido tartárico) 18-08-2015
Média	10,50	27,42	13,33	5,46	20,21	0,71	39,98	0,96	27,58	1,46	101,18	1,23	0,527	11,97	1,23	1,24	5,03	7,57	13,65	9405,00	9018,33	77,00	22,63	13,31	3,31	7,95
Desvio Padrão	2,15	4,84	3,66	0,88	5,83	0,03	5,01	0,07	9,65	0,15	29,35	0,26	0,109	6,29	1,25	1,45	1,07	1,76	2,66	866,64	563,96	5,48	1,07	0,63	0,04	0,32
Mínimo	6,00	17,00	6,00	4,00	9,00	0,65	29,16	0,81	9,00	1,08	30,89	0,89	0,286	1,11	0,40	0,37	3,32	4,23	8,83	6960,00	8080,00	69,00	21,60	12,71	3,26	7,65
Primeiro quartil	9,00	23,75	10,75	5,00	16,50	0,71	36,04	0,92	22,25	1,40	81,29	1,10	0,454	7,51	0,60	0,57	4,33	6,35	11,94	8960,00	8510,00	75,75	21,83	12,84	3,31	7,76
Mediana	10,50	27,50	13,50	6,00	20,00	0,72	42,19	0,98	26,00	1,47	108,34	1,17	0,53	11,55	0,83	0,75	5,01	7,31	13,57	9420,00	9020,00	79,00	22,50	13,24	3,32	7,88
Terceiro quartil	12,00	29,50	17,00	6,00	23,75	0,73	43,76	1,01	35,25	1,57	122,60	1,31	0,622	17,14	1,30	1,20	5,77	9,22	15,57	9950,00	9490,00	80,25	23,30	13,71	3,33	8,06
Máximo	15,00	37,00	19,00	7,00	31,00	0,75	46,45	1,10	50,00	1,68	145,69	2,00	0,704	25,52	6,26	7,27	7,31	10,17	18,31	10760,00	10080,00	81,00	23,90	14,06	3,35	8,40
Amplitude	9,00	20,00	13,00	3,00	22,00	0,10	17,29	0,29	41,00	0,60	114,80	1,11	0,418	24,41	5,86	6,89	4,00	5,93	9,48	3800,00	2000,00	12,00	2,30	1,35	0,09	0,75
Coefficiente de Variação	20%	18%	27%	16%	29%	4%	13%	7%	35%	10%	29%	21%	21%	53%	102%	117%	21%	23%	20%	9%	6%	7%	5%	5%	1%	4%

Quadro 16 - Estatística descritiva dos dados recolhidos no campo para a casta Viosinho.

Viosinho	Carga à poda	Nº de Sarmentos	Nº de Sarmentos Fértéis	Nº de Talões	Nº de Inflorescências	Altura do Tronco (m)	Diâmetro do Colo (mm)	Comprimento do Braço (m)	Nº de Cachos Final	Peso médio do bago (g)	Peso dos cachos (g)	Percentagem de Abrolhamento	Percentagem Ladrões	Produtividade Obtida (ton/ha)	AFE/kg fruto (floração) m2/kg	AFE/kg fruto (pintor) m2/kg	AF Pré-Floração (m2)	AF Floração (m2)	AF Pintor (m2)	SFE Floração (m2/ha)	SFE Pintor (m2/ha)	Volume de Mosto (ml) 18-08-2015	Grau Brix 18-08-2015	Álcool previsto (%) 18-08-2015	pH 18-08-2015	Acidez Total (g/L ácido tartárico) 18-08-2015
Média	10,16	26,52	11,40	5,48	16,40	0,74	43,40	0,97	20,56	2,20	230,11	1,24	0,527	19,04	0,61	0,59	5,58	7,89	15,95	10200,00	9795,20	112,25	22,90	13,47	3,35	5,21
Desvio Padrão	1,65	4,34	2,58	0,59	3,73	0,02	3,13	0,09	5,52	0,14	39,17	0,21	0,077	6,07	0,27	0,28	1,20	1,72	3,78	793,56	465,38	9,91	1,01	0,59	0,11	0,26
Mínimo	6,00	18,00	7,00	4,00	11,00	0,70	36,56	0,81	13,00	1,90	118,46	0,85	0,385	6,16	0,29	0,31	3,98	5,23	10,46	8360,00	8440,00	98,00	21,70	12,76	3,25	4,95
Primeiro quartil	9,00	24,00	10,00	5,00	14,00	0,72	41,09	0,91	16,00	2,13	213,53	1,10	0,481	15,05	0,44	0,43	4,61	6,48	13,75	9720,00	9520,00	110,75	22,38	13,16	3,30	5,06
Mediana	10,00	26,00	11,00	6,00	16,00	0,74	43,91	0,98	20,00	2,23	234,75	1,20	0,522	19,00	0,54	0,50	5,60	7,69	15,27	10200,00	9760,00	115,00	22,90	13,47	3,33	5,18
Terceiro quartil	11,00	28,00	13,00	6,00	19,00	0,76	45,46	1,03	24,00	2,31	252,45	1,33	0,586	22,61	0,70	0,64	6,50	9,17	17,03	10560,00	10120,00	116,50	23,43	13,78	3,38	5,33
Máximo	13,00	35,00	16,00	6,00	25,00	0,81	49,86	1,13	32,00	2,46	298,86	1,78	0,667	30,73	1,58	1,64	8,68	11,33	24,44	11840,00	10400,00	121,00	24,10	14,18	3,50	5,55
Amplitude	7,00	17,00	9,00	2,00	14,00	0,11	13,30	0,32	19,00	0,56	180,40	0,93	0,282	24,57	1,29	1,32	4,70	6,10	13,99	3480,00	1960,00	23,00	2,40	1,41	0,25	0,60
Coeficiente de Variação	16%	16%	23%	11%	23%	3%	7%	9%	27%	7%	17%	17%	15%	32%	44%	47%	22%	22%	24%	8%	5%	9%	4%	4%	3%	5%

Quadro 17 - Estatística descritiva dos dados recolhidos no campo para a casta Encruzado.

Encruzado	Carga à poda	Nº de Sarmentos	Nº de Sarmentos Fértéis	Nº de Talões	Nº de Inflorescências	Altura do Tronco (m)	Diâmetro do Colo (mm)	Comprimento do Braço (m)	Nº de Cachos Final	Peso médio do bago (g)	Peso dos cachos (g)	Percentagem de Abrolhamento	Percentagem Ladrões	Produtividade Obtida (ton/ha)	AFE/kg fruto (floração) m2/kg	AFE/kg fruto (pintor) m2/kg	AF Pré-Floração (m2)	AF Floração (m2)	AF Pintor (m2)	SFE Floração (m2/ha)	SFE Pintor (m2/ha)	Volume de Mosto (ml) 18-08-2015	Grau Brix 18-08-2015	Álcool previsto (%) 18-08-2015	pH 18-08-2015	Acidez Total (g/L ácido tartárico) 18-08-2015
Média	11,39	24,22	11,89	5,67	18,39	0,72	36,58	0,93	25,67	2,76	230,96	1,06	0,504	23,90	0,37	0,44	4,81	6,79	13,54	7895,56	9604,89	187,00	20,40	12,00	3,32	5,70
Desvio Padrão	1,58	2,58	2,03	0,97	2,85	0,04	4,13	0,21	6,42	0,22	40,41	0,15	0,063	7,38	0,14	0,16	0,90	0,97	2,96	668,36	746,81	18,03	0,26	0,16	0,10	0,26
Mínimo	8,00	18,00	8,00	3,00	13,00	0,65	29,23	0,16	16,00	2,31	138,39	0,80	0,348	9,96	0,21	0,25	3,31	5,14	7,71	6960,00	8400,00	172,00	20,10	11,82	3,25	5,55
Primeiro quartil	11,00	23,25	10,25	5,00	17,00	0,69	34,68	0,91	21,25	2,62	211,96	1,00	0,464	18,70	0,29	0,36	4,13	5,95	12,02	7310,00	9150,00	177,00	20,30	11,94	3,27	5,55
Mediana	11,50	24,50	12,50	6,00	18,00	0,74	36,42	0,96	26,00	2,76	237,14	1,08	0,5	25,04	0,32	0,39	4,97	7,08	13,79	7840,00	9720,00	182,00	20,50	12,06	3,28	5,55
Terceiro quartil	12,00	25,75	13,00	6,00	20,75	0,76	37,87	1,01	29,50	2,91	249,83	1,10	0,545	26,72	0,39	0,49	5,29	7,45	15,24	8350,00	10210,00	194,50	20,55	12,09	3,36	5,78
Máximo	15,00	28,00	15,00	7,00	23,00	0,78	44,44	1,12	39,00	3,10	297,40	1,50	0,6	37,18	0,82	0,92	6,75	8,28	18,00	9200,00	10880,00	207,00	20,60	12,12	3,44	6,00
Amplitude	7,00	10,00	7,00	4,00	10,00	0,13	15,21	0,96	23,00	0,79	159,01	0,70	0,252	27,22	0,61	0,67	3,44	3,14	10,28	2240,00	2480,00	35,00	0,50	0,29	0,19	0,45
Coeficiente de Variação	14%	11%	17%	17%	16%	6%	11%	22%	25%	8%	17%	14%	13%	31%	39%	36%	19%	14%	22%	8%	8%	10%	1%	1%	3%	5%

Quadro 18 - Estatística descritiva dos dados recolhidos no campo para a casta Arinto.

Arinto	Carga à poda	Nº de Sarmentos	Nº de Sarmentos Férteis	Nº de Talões	Nº de Inflorescências	Altura do Tronco (m)	Diâmetro do Colo (mm)	Comprimento do Braço (m)	Nº de Cachos Final	Peso médio do bago (g)	Peso dos cachos (g)	Percentagem de Abrolhamento	Percentagem de Ladrões	Produtividade Obtida (ton/ha)	AFE/kg fruto (floração) m2/kg	AFE/kg fruto (pintor) m2/kg	AF Pré-Floração (m2)	AF Floração (m2)	AF Pintor (m2)	SFE Floração (m2/ha)	SFE Pintor (m2/ha)	Volume de Mosto (ml) 18-08-2015	Grau Brix 18-08-2015	Álcool previsto (%) 18-08-2015	pH 18-08-2015	Acidez Total (g/L ácido tartárico) 18-08-2015
Média	9,78	14,22	6,56	5,17	7,67	0,77	37,76	0,97	9,83	1,53	326,41	1,00	0,32	12,16	0,94	0,84	3,42	4,58	7,75	9711,11	8755,56	98,33	20,53	12,08	3,30	7,80
Desvio Padrão	1,48	3,72	1,65	0,86	2,22	0,04	5,81	0,11	4,05	0,14	117,30	0,36	0,18	4,51	0,47	0,41	0,98	1,31	1,94	852,79	1211,39	5,77	0,47	0,28	0,05	0,40
Mínimo	8,00	8,00	4,00	4,00	4,00	0,70	25,89	0,80	5,00	1,19	124,88	0,36	0,00	4,00	0,52	0,48	1,70	2,68	5,11	8000,00	4400,00	95,00	20,00	11,76	3,24	7,50
Primeiro quartil	9,00	12,25	5,00	5,00	6,00	0,74	34,70	0,88	7,00	1,51	268,67	0,81	0,18	9,34	0,61	0,54	2,63	3,33	6,66	9200,00	8450,00	95,00	20,35	11,97	3,28	7,58
Mediana	9,50	14,00	6,00	5,00	7,00	0,77	36,37	0,97	9,00	1,54	308,61	1,00	0,36	11,50	0,86	0,77	3,32	4,74	7,36	9820,00	9020,00	95,00	20,70	12,18	3,32	7,65
Terceiro quartil	11,00	16,00	7,75	6,00	9,75	0,80	40,87	1,01	11,75	1,61	400,06	1,08	0,49	16,10	1,03	0,96	4,03	5,35	8,25	10150,00	9350,00	100,00	20,80	12,24	3,33	7,95
Máximo	13,00	23,00	9,00	7,00	11,00	0,83	48,61	1,22	23,00	1,79	545,86	1,88	0,53	18,95	2,30	2,09	5,11	7,41	12,52	11000,00	10000,00	105,00	20,90	12,29	3,34	8,25
Amplitude	5,00	15,00	5,00	3,00	7,00	0,13	22,72	0,42	18,00	0,60	420,98	1,51	0,53	14,95	1,79	1,61	3,41	4,72	7,41	3000,00	5600,00	10,00	0,90	0,53	0,10	0,75
Coeficiente de Variação	15%	26%	25%	17%	29%	5%	15%	12%	41%	9%	36%	36%	56%	37%	50%	49%	29%	29%	25%	9%	14%	6%	2%	2%	2%	5%

Anexo III

Quadro 19 - Quadro resumo da ANOVA - Diferenças significativas entre estações quanto aos dados obtidos em campo.

Casta	Estação	Carga à poda	Nº de Sarmentos	Nº de Sarmentos Fértéis	Nº de Talões	Nº de Inflorescências	Altura do tronco (m)	Diâmetro do Colo (mm)	Comprimento do Braço (m)	Nº de Cachos Final	Peso médio do bago (g)	Peso dos cachos (g)
Alvarinho	Alta	11,50	25,83	15,50	5,67	23,00	0,74a	41,36	0,95	32,67ab	1,54	112,45ab
Alvarinho	Média-Alta	10,00	27,17	10,50	6,00	16,67	0,72ab	37,63	0,95	19,5b	1,44	84,62b
Alvarinho	Média-Baixa	10,50	30,17	14,50	5,33	22,33	0,71ab	42,58	0,95	33,33a	1,52	121,87a
Alvarinho	Baixa	10,00	26,50	12,83	4,83	18,83	0,69b	38,33	1,01	24,83ab	1,35	85,77ab
Significância		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	*
Viosinho	Alta	10,43	25,57	12,14	5,71	18,29	0,73b	43,62	1,00	23,29	2,21	240,63
Viosinho	Média-Alta	10,00	28,00	12,00	5,33	17,00	0,73b	43,56	0,97	20,50	2,10	209,39
Viosinho	Média-Baixa	9,50	26,67	10,00	5,33	14,83	0,74ab	44,20	0,94	19,67	2,30	223,80
Viosinho	Baixa	10,67	26,00	11,33	5,50	15,17	0,77a	42,18	0,98	18,33	2,19	244,87
Significância		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Encruzado	Alta	10,50	23,50	11,67	5,83	18,17	0,73	34,55	0,86	23,67	2,67	222,51
Encruzado	Média	12,17	23,17	10,83	5,33	16,67	0,70	38,07	0,98	23,50	2,85	228,23
Encruzado	Baixa	11,50	26,00	13,17	5,83	20,33	0,74	37,13	0,97	29,83	2,76	242,14
Significância		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Arinto	Alta	9,67	13,83	6,33	5,6a	7,17	0,73b	37,44	0,96	12,17	1,51	261,74
Arinto	Média	10,17	12,83	5,83	5,33ab	6,67	0,80a	40,75	0,98	7,83	1,61	368,11
Arinto	Baixa	9,50	16,00	7,50	4,5b	9,17	0,77a	35,09	0,96	9,50	1,48	349,39
Significância		n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.- não significativo. *, **, *** - significativo para $p\text{-value}<0,05$, 0,01, 0,001 respetivamente

Quadro 20 - Quadro resumo da ANOVA - Diferenças significativas entre estações quanto aos dados obtidos em campo.

Casta	Estação	Porcentagem de Abrolhamento	Porcentagem de Ladrões	Produtividade Obtida (kg/planta)	AFE/kg fruto (m2/kg) - Floração	AFE/kg fruto (m2/kg) - Pintor
Alvarinho	Alta	1,26	45,05	3,76ab	0,76	0,74
Alvarinho	Média-Alta	1,16	57,69	1,83b	2,18	2,31
Alvarinho	Média-Baixa	1,14	59,64	4,11a	0,62	0,61
Alvarinho	Baixa	1,37	48,43	2,27ab	1,37	1,32
Significância		n.s	n.s	*	n.s	n.s
Viosinho	Alta	1,12	55,03	5,50	0,49	0,45
Viosinho	Média-Alta	1,25	54,59	4,49	0,72	0,76
Viosinho	Média-Baixa	1,22	56,53	4,42	0,59	0,59
Viosinho	Baixa	1,38	44,08	4,52	0,65	0,58
Significância		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Encruzado	Alta	1,11	50,95	5,32	0,39	0,47
Encruzado	Média	0,98	48,68	5,44	0,41	0,51
Encruzado	Baixa	1,08	51,53	7,16	0,30	0,36
Significância		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Arinto	Alta	0,74b	48,82a	3,03	0,86	0,73
Arinto	Média	1,03ab	18,61b	2,86	0,98	0,89
Arinto	Baixa	1,23a	27,68b	3,23	0,99	0,90
Significância		*	*	n.s	n.s	n.s

n.s.- não significativo. *, **, *** - significativo para $p\text{-value} < 0,05$, $0,01$, $0,001$ respetivamente.

Quadro 21 - Quadro resumo da ANOVA - Diferenças significativas entre estações quanto aos dados obtidos em campo.

Casta	Estação	AF Pré- Floração (m2)	AF Floração (m2)	AF Pintor (m2)	SFE Floração (m2/ha)	SFE Pintor (m2/ha)
Alvarinho	Alta	5,45	7,39	14,80	9933,33	9533,33a
Alvarinho	Média-Alta	4,84	6,93	12,86	8873,33	8513,33b
Alvarinho	Média-Baixa	4,97	8,65	13,57	9426,67	9220ac
Alvarinho	Baixa	4,87	7,30	13,37	9386,67	8806,66bc
Significância		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
Viosinho	Alta	5,37	7,48	15,45	10502,86a	9537,14
Viosinho	Média-Alta	5,97	8,34	16,04	9333,33b	9980
Viosinho	Média-Baixa	5,69	7,75	16,30	10126,67ab	9946,67
Viosinho	Baixa	5,34	8,04	16,09	10786,67a	9760
Significância		n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
Encruzado	Alta	3,97b	6,47	13,98	7280b	8793,33b
Encruzado	Média	5,08 ^a	6,85	14,04	7813,33b	9993,33a
Encruzado	Baixa	5,39 ^a	7,04	12,60	8593,33a	10028a
Significância		*	n.s.	n.s.	*	*
Arinto	Alta	3,47	4,42	7,11	9460	8440
Arinto	Média	3,13	4,19	7,04	9826,67	9020
Arinto	Baixa	3,65	5,11	9,10	9846,67	8806,67
Significância		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.- não significativo. *, **, *** - significativo para $p\text{-value} < 0,05$, 0,01, 0,001 respetivamente.

Quadro 22 - Quadro resumo da ANOVA – Diferenças significativas entre estações quanto à Fenologia (BBCH).

Casta	Estação	1ª semana 18-03-2015	2ª semana 24-03-2015	3ª semana 31-03-2015	4ª semana 07-04-2015	5ª semana 14-04-2015	6ª semana 21-04-2015	7ª semana 30-04-2015	8ª semana 05-05-2015	9ª semana 12-05-2015	10ª semana 19-05-2015
Alvarinho	Alta	8a	11a	14a	17a	19a	20a	22a	24a	24	29a
Alvarinho	Média-Alta	7b	10ab	13ab	15b	17b	19b	20b	23ab	24	28ab
Alvarinho	Média-Baixa	3c	7c	12b	15b	17b	18b	19b	22b	24	27ab
Alvarinho	Baixa	6b	9b	13ab	16b	17b	19b	20b	22b	24	26b
Significância		*	*	*	*	*	*	*	*	n.s.	*
Viosinho	Alta	10	13	16	17	19	21	22	25	26	29
Viosinho	Média-Alta	10	13	15	17	18	20	22	25	26	29
Viosinho	Média-Baixa	10	13	15	18	19	21	22	25	26	30
Viosinho	Baixa	9	13	15	17	19	21	22	24	27	30
Significância		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Encruzado	Alta	4b	6b	10b	14b	16b	18b	20b	24	25	29ab
Encruzado	Média	8a	12a	15a	16a	18a	20a	21a	24	26	30a
Encruzado	Baixa	6ab	10a	14a	16a	18a	20a	21a	24	25	28b
Significância		*	*	*	*	*	*	*	n.s.	n.s.	*
Arinto	Alta	4	7	11	15	17	18	19	22	23	26
Arinto	Média	4	8	12	16	17	19	20	21	23	27
Arinto	Baixa	4	7	11	15	16	18	19	22	24	26
Significância		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.- não significativo. *, **, *** - significativo para $p\text{-value} < 0,05, 0,01, 0,001$ respetivamente.

Quadro 23 - Quadro resumo da ANOVA – Diferenças significativas entre estações quanto à Fenologia (BBCH).

Casta	Estação	11 ^a	12 ^a	13 ^a	14 ^a	15 ^a	16 ^a	17 ^a	18 ^a	19 ^a	20 ^a	21 ^a	22 ^a	23 ^a	24 ^a	25 ^a	26 ^a	27 ^a
		Semana 31-03- 2015	Semana 07-04- 2015	Semana 14-04- 2015	Semana 21-04- 2015	Semana 30-04- 2015	Semana 05-05- 2015	Semana 12-05- 2015	Semana 19-05- 2015	Semana 28-05- 2015	Semana 02-06- 2015	Semana 09-06- 2015	Semana 16-06- 2015	Semana 23-06- 2015	Semana 01-07- 2015	Semana 07-07- 2015	Semana 16-07- 2015	Semana 21-07- 2015
Alvarinho	Alta	53	53	55	55	55	60	70	71	75	76	77	78	79	79	80	81	83
Alvarinho	Média- Alta	53	53	55	55	55	57	63	70	73	75	77	78	78	79	79	81	83
Alvarinho	Média- Baixa	53	53	55	55	55	55	62	70	74	75	77	78	79	79	79	80	83
Alvarinho	Baixa	53	53	55	55	55	56	61	70	73	74	76	77	78	78	79	80	83
Significância		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Viosinho	Alta	53	53	55	55	57	61	69	72	75	76a	78	78	79	80ab	81	83	85
Viosinho	Média- Alta	53	53	55	55	57	61	70	72	75	76a	78	78	79	79b	81	83	84
Viosinho	Média- Baixa	53	53	55	55	57	61	69	71	75	77a	78	78	79	80ab	81	83	85
Viosinho	Baixa	53	53	55	55	57	61	69	72	76	74b	77	78	79	81a	81	83	84
Significância		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
Encruzado	Alta	53	53	55	55	57	58	63b	70	73b	75a	77	79	79	79	79b	83	85
Encruzado	Média	53	53	55	55	57	59	67a	70	74ab	70b	78	79	79	79	81a	83	84
Encruzado	Baixa	53	53	55	55	57	58	67a	71	75a	71b	77	79	79	79	80ab	83	85
Significância		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.
Arinto	Alta		53	55	55	55	55	61	70	73	70	75b	77	78	79	79	79	80
Arinto	Média		53	55	55	55	55	62	70	73	70	76a	77	78	79	79	80	81
Arinto	Baixa		53	55	55	55	55	63	70	73	70	76a	77	78	79	79	80	81
Significância		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.- não significativo. *, **, *** - significativo para *p-value*<0,05, 0,01, 0,001 respetivamente.

Anexo IV

Quadro 24 - Valores recolhidos em campo do débito dos gotejadores (l/h).

Casta	Estação	Débito (l/h)	Casta	Estação	Débito (l/h)
Alvarinho	Alta	1,20	Viosinho	Baixa	2,52
Alvarinho	Alta	1,32	Viosinho	Baixa	2,52
Alvarinho	Alta	1,56	Viosinho	Baixa	2,52
Alvarinho	Alta	2,16	Viosinho	Baixa	2,52
Alvarinho	Alta	2,16	Viosinho	Baixa	2,52
Alvarinho	Alta	2,16	Encruzado	Alta	2,52
Alvarinho	Alta	2,16	Encruzado	Alta	2,52
Alvarinho	Média-alta	2,16	Encruzado	Alta	2,52
Alvarinho	Média-alta	2,16	Encruzado	Alta	2,52
Alvarinho	Média-alta	2,28	Encruzado	Alta	2,52
Alvarinho	Média-alta	2,28	Encruzado	Alta	2,64
Alvarinho	Média-alta	2,28	Encruzado	Alta	2,64
Alvarinho	Média-alta	2,28	Encruzado	Média	2,64
Alvarinho	Média-alta	2,28	Encruzado	Média	2,64
Alvarinho	Média-baixa	2,40	Encruzado	Média	2,64
Alvarinho	Média-baixa	2,40	Encruzado	Média	2,64
Alvarinho	Média-baixa	2,40	Encruzado	Média	2,64
Alvarinho	Média-baixa	2,40	Encruzado	Média	2,64
Alvarinho	Média-baixa	2,40	Encruzado	Baixa	2,64
Alvarinho	Média-baixa	2,40	Encruzado	Baixa	2,64
Alvarinho	Baixa	2,40	Encruzado	Baixa	2,64
Alvarinho	Baixa	2,40	Encruzado	Baixa	2,64
Alvarinho	Baixa	2,40	Encruzado	Baixa	2,64
Alvarinho	Baixa	2,40	Encruzado	Baixa	2,64
Alvarinho	Baixa	2,40	Arinto	Alta	2,64
Alvarinho	Baixa	2,40	Arinto	Alta	2,64
Viosinho	Alta	2,40	Arinto	Alta	2,64
Viosinho	Alta	2,40	Arinto	Alta	2,76
Viosinho	Alta	2,40	Arinto	Alta	2,76
Viosinho	Alta	2,40	Arinto	Alta	2,88
Viosinho	Alta	2,40	Arinto	Média	2,88
Viosinho	Alta	2,40	Arinto	Média	2,88
Viosinho	Média-alta	2,40	Arinto	Média	2,88
Viosinho	Média-alta	2,40	Arinto	Média	2,88
Viosinho	Média-alta	2,40	Arinto	Média	2,88
Viosinho	Média-alta	2,40	Arinto	Média	2,88
Viosinho	Média-alta	2,52	Arinto	Baixa	2,88
Viosinho	Média-alta	2,52	Arinto	Baixa	3,12
Viosinho	Média-baixa	2,52	Arinto	Baixa	3,12
Viosinho	Média-baixa	2,52	Arinto	Baixa	3,12
Viosinho	Média-baixa	2,52	Arinto	Baixa	3,12
Viosinho	Média-baixa	2,52	Arinto	Baixa	3,36
Viosinho	Média-baixa	2,52			

Quadro 25 - Análises de maturação para as diferentes estações das diferentes castas em quatro dias com fases de maturação distintas.

Casta	Estação	Data	Volume de Mosto (ml)	Grau Brix	Álcool previsto (%)	pH	Acidez Total (g/L de ácido tartárico)
Alvarinho	Alta	28-07-2015	80	18,30	10,76	2,85	16,35
Alvarinho	Média-Alta	28-07-2015	70	16,80	9,88	2,83	16,80
Alvarinho	Média-Baixa	28-07-2015	82	17,80	10,47	2,87	17,40
Alvarinho	Baixa	28-07-2015	62	16,10	9,47	2,86	17,40
Alvarinho	Alta	04-08-2015	80	20,90	12,29	3,00	12,00
Alvarinho	Média-Alta	04-08-2015	75	19,70	11,59	3,00	12,75
Alvarinho	Média-Baixa	04-08-2015	87	20,20	11,88	3,03	13,05
Alvarinho	Baixa	04-08-2015	71	18,80	11,06	3,11	12,00
Alvarinho	Alta	11-08-2015	74	23,20	13,65	3,09	9,45
Alvarinho	Média-Alta	11-08-2015	80	22,80	13,41	3,09	9,75
Alvarinho	Média-Baixa	11-08-2015	83	23,00	13,53	3,13	10,20
Alvarinho	Baixa	11-08-2015	82	21,70	12,76	3,14	9,45
Alvarinho	Alta	18-08-2015	78	23,90	14,06	3,32	7,80
Alvarinho	Média-Alta	18-08-2015	69	21,60	12,71	3,26	8,40
Alvarinho	Média-Baixa	18-08-2015	80	23,10	13,59	3,35	7,95
Alvarinho	Baixa	18-08-2015	81	21,90	12,88	3,32	7,65
Arinto	Alta	28-07-2015	68	13,80	8,12	2,69	21,00
Arinto	Média	28-07-2015	68	14,10	8,29	2,73	19,95
Arinto	Baixa	28-07-2015	73	14,50	8,53	2,75	18,00
Arinto	Alta	04-08-2015	68	15,00	8,82	2,89	17,40
Arinto	Média	04-08-2015	99	16,70	9,82	2,93	14,40
Arinto	Baixa	04-08-2015	80	18,00	10,59	2,95	12,90
Arinto	Alta	11-08-2015	82	18,00	10,59	2,88	12,30
Arinto	Média	11-08-2015	86	19,90	11,71	3,04	10,65
Arinto	Baixa	11-08-2015	72	19,90	11,71	2,98	11,25
Arinto	Alta	18-08-2015	95	20,00	11,76	3,24	8,25
Arinto	Média	18-08-2015	105	20,90	12,29	3,34	7,65
Arinto	Baixa	18-08-2015	95	20,70	12,18	3,32	7,50
Encruzado	Alta	28-07-2015	134	16,80	9,88	2,95	9,90
Encruzado	Média	28-07-2015	158	16,90	9,94	2,94	10,65
Encruzado	Baixa	28-07-2015	151	15,00	8,82	2,93	10,65
Encruzado	Alta	04-08-2015	168	18,20	10,71	3,16	7,80
Encruzado	Média	04-08-2015	168	18,70	11,00	3,11	7,95
Encruzado	Baixa	04-08-2015	192	17,10	10,06	3,06	8,85
Encruzado	Alta	11-08-2015	130	20,70	12,18	3,18	6,30
Encruzado	Média	11-08-2015	195	19,90	11,71	3,18	6,90
Encruzado	Baixa	11-08-2015	161	19,10	11,24	3,11	7,65
Encruzado	Alta	18-08-2015	207	20,50	12,06	3,25	5,55
Encruzado	Média	18-08-2015	172	20,60	12,12	3,28	6,00
Encruzado	Baixa	18-08-2015	182	20,10	11,82	3,44	5,55
Viosinho	Alta	28-07-2015	110	18,00	10,59	2,98	9,00
Viosinho	Média-Alta	28-07-2015	103	20,10	11,82	3,04	8,70
Viosinho	Média-Baixa	28-07-2015	110	18,80	11,06	3,02	9,45
Viosinho	Baixa	28-07-2015	110	17,50	10,29	2,96	10,65
Viosinho	Alta	04-08-2015	124	19,70	11,59	3,21	6,60
Viosinho	Média-Alta	04-08-2015	130	21,40	12,59	3,25	6,60
Viosinho	Média-Baixa	04-08-2015	122	20,30	11,94	3,24	6,75

Viosinho	Baixa	04-08-2015	130	19,00	11,18	3,21	6,90
Viosinho	Alta	11-08-2015	101	22,50	13,24	3,20	5,85
Viosinho	Média-Alta	11-08-2015	107	24,00	14,12	3,30	5,85
Viosinho	Média-Baixa	11-08-2015	115	22,90	13,47	3,24	5,70
Viosinho	Baixa	11-08-2015	127	21,40	12,59	3,24	6,00
Viosinho	Alta	18-08-2015	115	22,60	13,29	3,25	5,55
Viosinho	Média-Alta	18-08-2015	121	24,10	14,18	3,34	4,95
Viosinho	Média-Baixa	18-08-2015	98	23,20	13,65	3,50	5,10
Viosinho	Baixa	18-08-2015	115	21,70	12,76	3,31	5,25

Anexo V

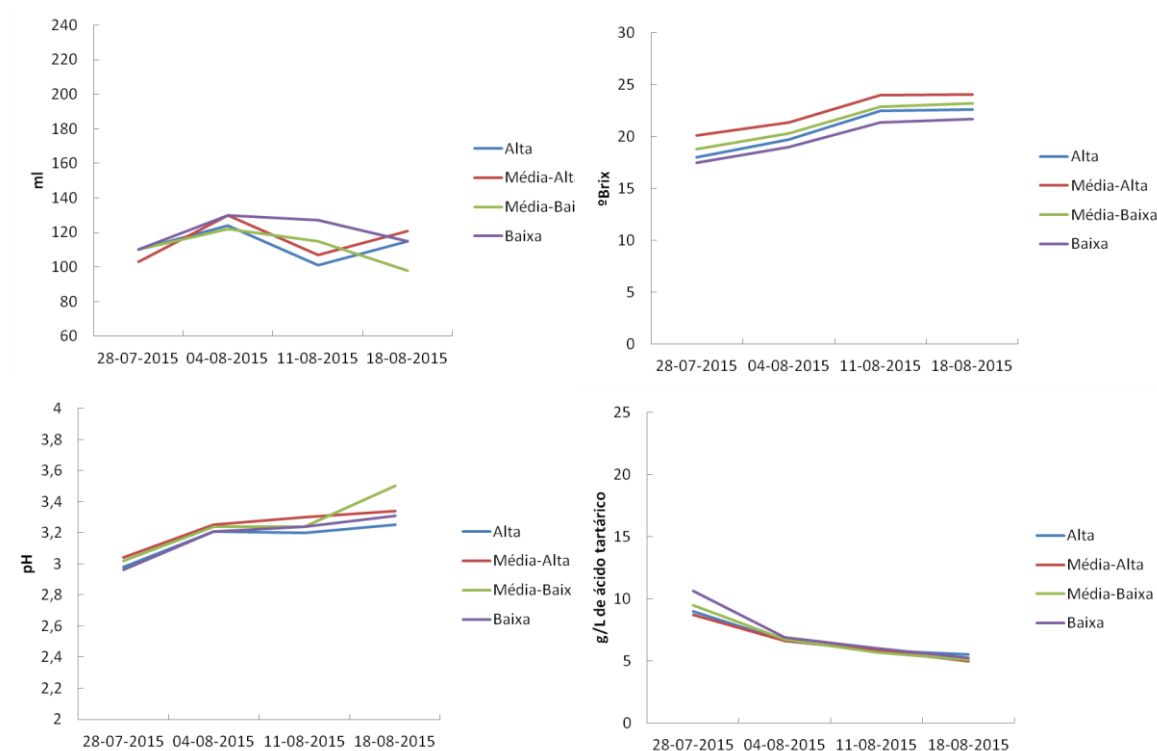


Figura 34 – Curvas de maturação para a casta Alvarinho para cada posicionamento topográfico: Volume de mosto (ml), °Brix, pH e acidez total (g/L de ácido tartárico).

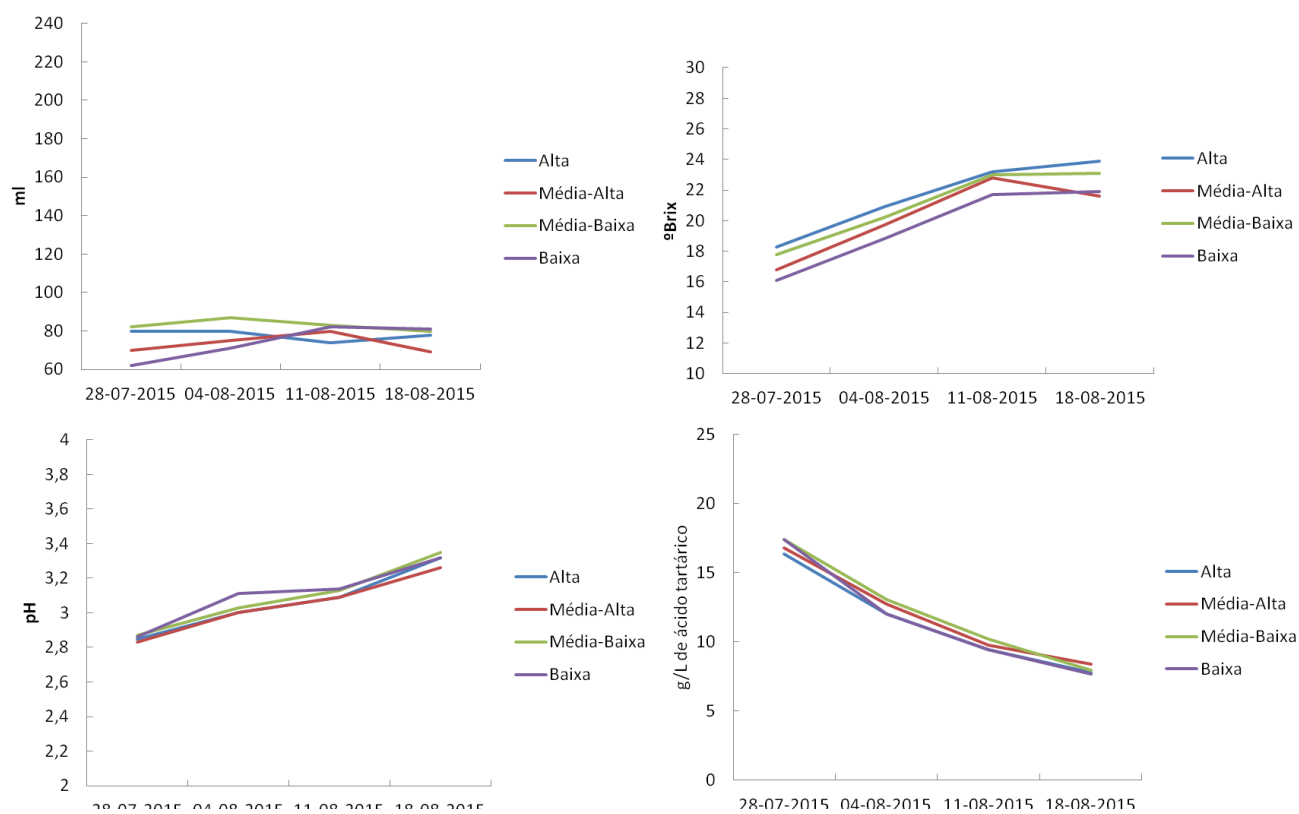


Figura 35 - Curvas de maturação para a casta Viosinho para cada posicionamento topográfico:

Volume de mosto (ml), °Brix, pH e acidez total (g/L de ácido tartárico).

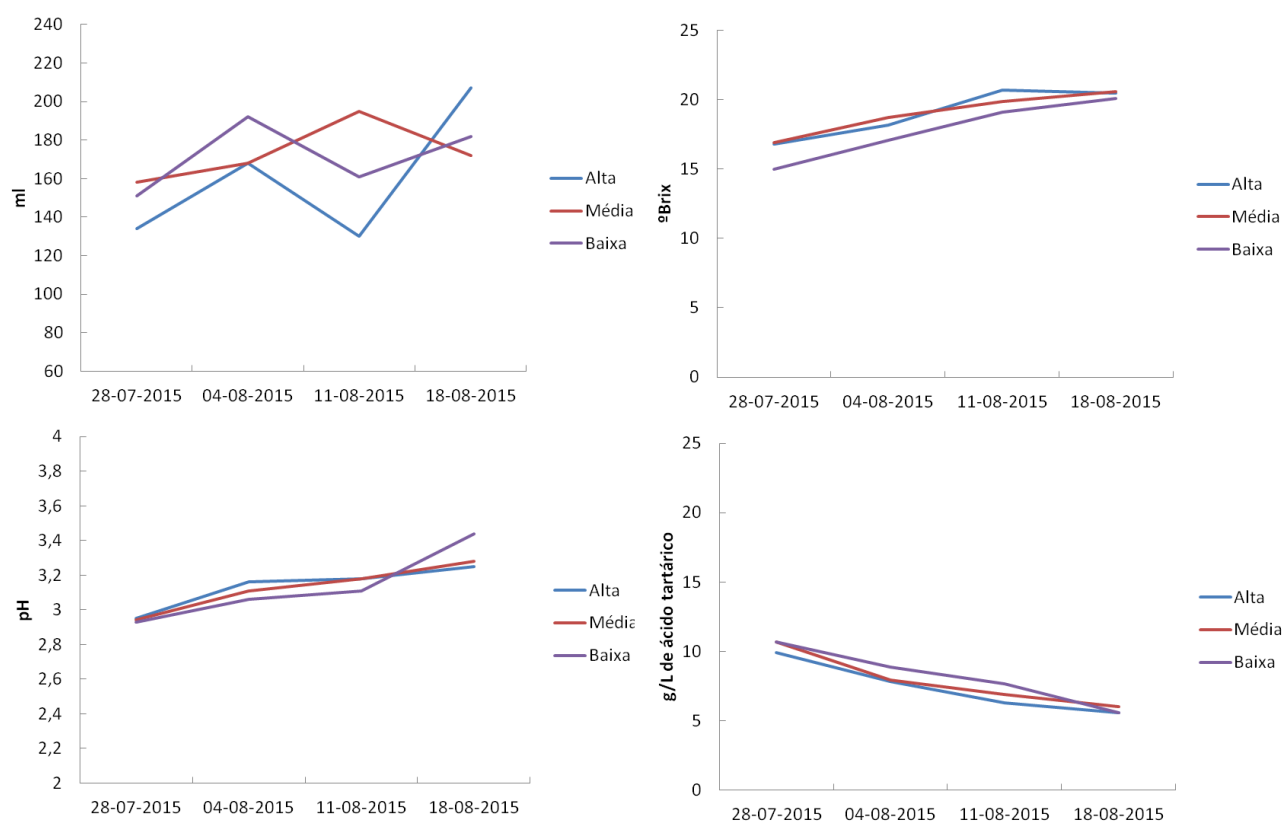


Figura 36 - Curvas de maturação para a casta Encruzado para cada posicionamento topográfico: Volume de mosto (ml), °Brix, pH e acidez total (g/L de ácido tartárico).

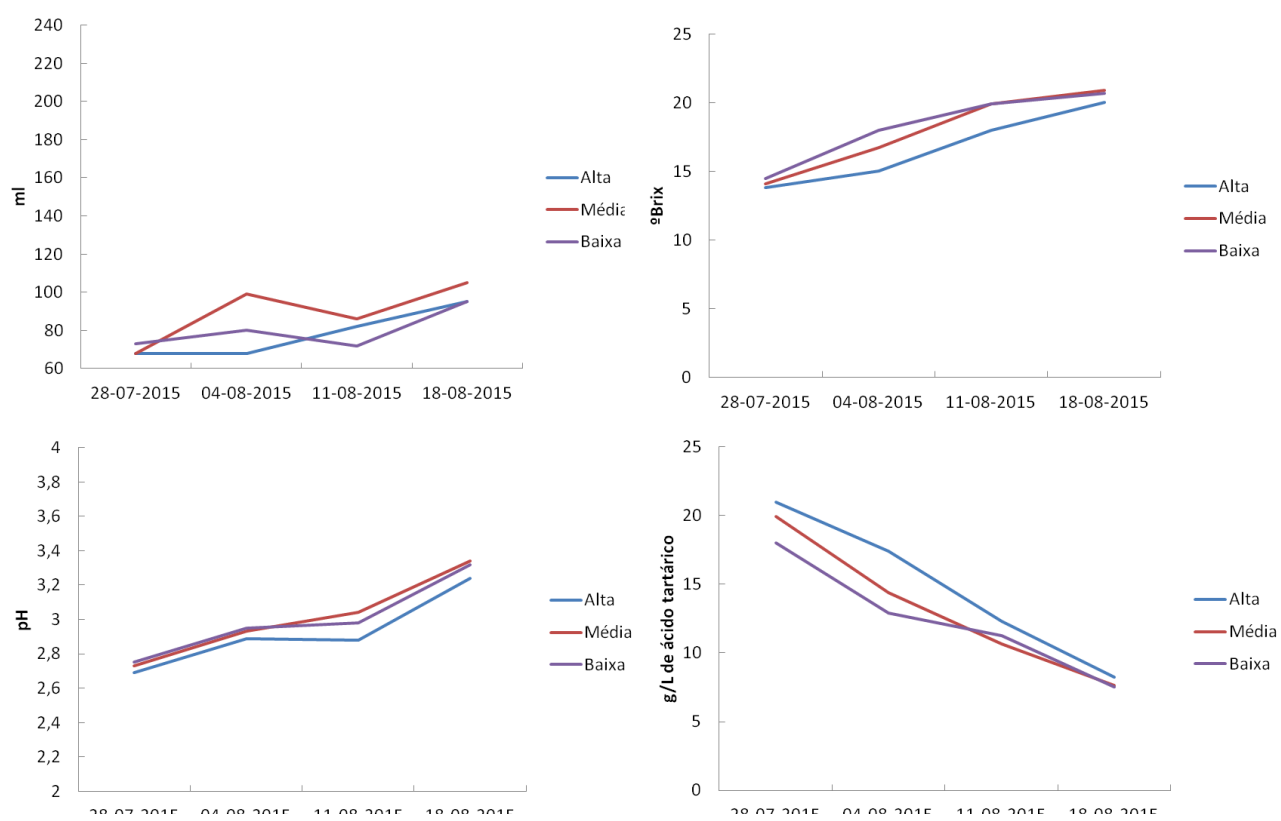


Figura 37 - Curvas de maturação para a casta Arinto para cada posicionamento topográfico:

Volume de mosto (ml), °Brix, pH e acidez total (g/L de ácido tartárico).

Anexo VI

Descrição detalhada das castas em estudo, retirado de Bohm, 2010.

Alvarinho

Uma variedade normalmente associada à região dos Vinhos Verdes, esta casta tem origens em Monção e na Galiza. Em Portugal estão plantados cerca de 1800 hectares de Alvarinho, representando 1,35% da área total de vinha, com tendência para aumentar.

Apresenta abrolhamento médio (2ª Quinzena de Março), floração média (final de Maio), pintor médio (1ª quinzena de Agosto) e maturação medianamente precoce (2ª quinzena de Agosto).

É normalmente caracterizada por um vigor elevado, um porte semi-ereto e horizontal e uma tendência para desenvolvimento de netas muito baixa. O índice de fertilidade é comumente elevado (cerca de 1,8 inflorescências por gomo abrolhado), sendo frequente encontrarem-se 3 inflorescências num lançamento.

A casta Alvarinho apresenta alguma estabilidade de produção, isto é, pouco variável de ano para ano e entre localidades. É moderadamente sensível ao *stress* hídrico, mas suporta a insolação e ventos fortes.

Origina cachos muito pequenos, característicos desta casta, com pesos médios de 115g. Cachos esses que são normalmente alados e medianamente compactos, apresentando um bago médio/pequeno, com cerca de 1g.

A variedade é favorecida por solos derivados de granito (Monção), com menor adaptação a solos pesados, húmidos e mal drenados. Prefere um clima com elevada insolação e uma presença hídrica moderada.

Arinto

Uma variedade de eleição dentro das castas brancas portuguesas, também conhecida por Pedernã, muito valorizada pelo seu potencial enológico. Originária da região de Bucelas e Portalegre, hoje expande-se por todo o país em cerca de 5900 hectares, 1,6% da área nacional de vinha, com tendência ligeira de se expandir.

Apresenta abrolhamento tardio, floração média (final de Maio), pintor tardio e maturação tardia (final de Agosto/início de Setembro).

É caracterizada por um vigor muito elevado, um porte ereto e horizontal, muito comprido com alguma tendência para desenvolvimento de netas. O índice de fertilidade é normalmente baixo (cerca de 0,8 inflorescências por gomo abrolhado).

A casta Arinto apresenta uma estabilidade da produção regular mas suscetível a privilegiar a produção de lenha caso mal conduzida. É sensível ao vento, antes da floração, e ao *stress* hídrico.

Origina cachos de grande dimensão, característicos desta casta, com pesos médios de 500g. Cachos esses que são normalmente duplamente alados e compactos, apresentando um bago pequeno, com cerca de 1g.

A casta Alvarinho é favorecida por solos calcários e ácidos, fundos e húmidos, mas bem drenados, não compactos, com exposição a Norte. Prefere um clima temperado de zonas do interior.

Encruzado

A variedade Encruzado tem origem no Dão, onde apresenta maior expansão. Em Portugal estão plantados cerca de 300 hectares, representando apenas cerca de 0,1% da área total de vinha.

Apresenta abrolhamento médio (2ª Quinzena de Março), floração média (final de Maio), pintor médio e maturação precoce (2ª quinzena de Agosto).

É caracterizada por um vigor elevado, um porte semi-ereto e horizontal e tem uma tendência para desenvolvimento de netas muito elevada. O índice de fertilidade é normalmente médio a elevado.

A casta Encruzado apresenta alguma estabilidade de produção, isto é, pouco variável de ano para ano e entre localidades. É pouco sensível ao *stress* hídrico, mas muito sensível a ventos fortes.

Origina cachos médios/pequenos. Cachos esses que são normalmente compactos, apresentando um bago médio.

A variedade é favorecida por solos derivados de granito, fundo e seco. Prefere um clima onde os ventos não sejam muito fortes.

Viosinho

A variedade Viosinho tem origens no Douro, onde apresenta maior expansão. Em Portugal estão plantados cerca de 100 hectares, representando apenas cerca de 0,1% da área total de vinha, com uma tendência de crescimento ainda pouco significativa mas crescente.

Apresenta abrolhamento médio (2ª Quinzena de Março), floração média (final de Maio), pintor médio (1ª quinzena de Agosto) e maturação medianamente precoce (2ª quinzena de Agosto).

É caracterizada por um vigor médio, um porte ereto e horizontal e tem uma fraca tendência para desenvolvimento de netas. O índice de fertilidade é medianamente elevado (cerca de 1,7 inflorescências por gomo abrolhado).

A casta Viosinho apresenta alguma estabilidade de produção, isto é, pouco variável de ano para ano e entre localidades. É uma casta robusta, não apresentando sensibilidades abióticas evidentes.

Origina cachos pequenos com pesos médios de 120g. Cachos esses que são normalmente muito compactos, apresentando um bago médio/pequeno, com cerca de 1,3g.

A variedade é extremamente versátil quanto ao tipo de solo, desde que este seja seco e fértil ou bem drenado. Prefere um clima com temperaturas elevadas, mas também se adapta a climas mais frescos.